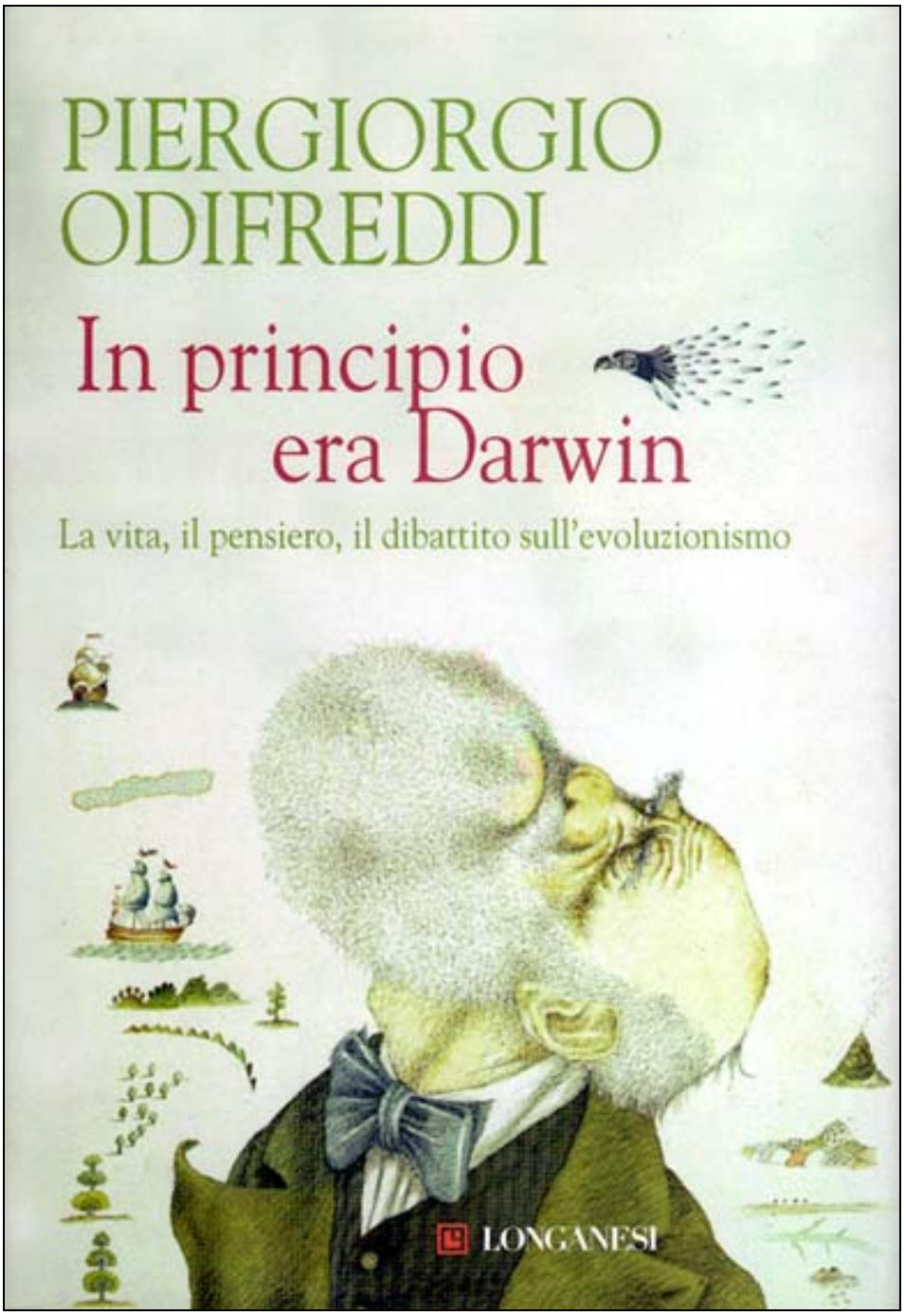
Piergiorgio Odifreddi

In principio era Darwin

La vita, il pensiero, il dibattito sull'evoluzionismo

© 2009 Longanesi & C., Milano
Gruppo editoriale Mauri Spagnol
ISBN 9788830426832

In copertina: elaborazione grafica da un disegno di Tullio Pericoli



VISIT…

Indice

In principio era Darwin 3
Prologo 4
1. L’Albero della Conoscenza 5
2. Un lungo argomentare 8
3. A spasso col Bracchetto 11
4. Piccolo mondo antico 15
5. L’evoluzione dell’evoluzionismo 18
6. Il Cantico delle Creature 21
7. Si evolva l’uomo 24
8. Credere o non credere? 27
9. Il rivale di Darwin 30
10. La formula dell’evoluzionismo 33
11. I signori dei moscerini 36
12. Dal batterio all’elefante 39
13. Osservare l’evoluzione in atto 42
14. La scimmia e il primate di Roma 45
15. Una Via Crucis italiana 48
Bibliografia 51

In principio era Darwin

A Elena,
che mi ha condotto per mano nella lettura
e avrebbe potuto scriverlo molto meglio di me
se solo non fosse così dolcemente modesta

Quando tu eri un girino e io un pesce,
ai tempi del Paleozoico,
il mio cuore traboccava di allegra vitalità
perché ti amavo già allora.

Poi siamo stati anfibi, squamati e codati,
abbiamo dondolato dagli alberi della giungla,
ci siamo appostati in attesa del mammouth,
abbiamo inciso ossa e dipinto caverne.

E così, di vita in vita e di amore in amore,
percorriamo la catena del cambiamento.
Il nostro amore è antico, e così le nostre vite:
chissà che un giorno non rivivremo tutto ancora?

(da LANGDON SMITH, *Evoluzione*, 1906)

Prologo

Nel 2009 si festeggia una doppia ricorrenza legata al nome di Charles Darwin: il bicentenario della sua nascita, avvenuta il 12 febbraio 1809, e il centocinquantenario de *L'origine delle specie*, pubblicata il 24 novembre 1859.

L'occasione è propizia, dunque, per leggere o rileggere i suoi scritti, e pensare o ripensare a quella teoria dell'*evoluzione per selezione naturale* che essi hanno così prepotentemente introdotto nella cultura del nostro tempo.

Giocando d'anticipo sulla ricorrenza, il Festival della Mente di Sarzana mi ha affidato tra il 29 e il 31 agosto 2008 una serie di tre letture notturne degli scritti di Darwin, poi ripetute il 22 ottobre e il 4 e 18 novembre al Circolo dei Lettori di Torino, di cui ripropongo qui le tracce.

Per la cronaca, i miei primi incontri con Darwin erano stati l'*Autobiografia* e il *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*, letti tra il 27 dicembre 2006 e il 7 gennaio 2007, in occasione di una spedizione alle Galápagos con i *Mini-Darwin*: una singolare iniziativa che ha portato otto fortunati bambini a raccontare in un omonimo libro dell'Editoriale Scienza di Trieste le loro avventure in quelle isole, riprese anche da RaiEducational.

In seguito *L'origine delle specie* è stato il mio breviario laico sul Cammino di Santiago, che ho percorso tra il 24 aprile e il 26 maggio 2008 e narrato a mia volta in un altro libro. *L'origine dell'uomo* mi ha invece accompagnato nell'agosto 2008 in un viaggio nell'arcipelago malese, che fu la base delle ricerche di Alfred Wallace.

Ma, come sempre succede coi classici, la lettura delle opere di Darwin mi ha aperto un intero mondo, spingendomi ad approfondire all'indietro e in avanti la loro storia. Questo piccolo omaggio al grande maestro parte dunque da Linneo e arriva fino ai contemporanei, passando per Wallace e accennando alla dozzina di premi Nobel che sono stati assegnati per le ricerche sulla drosofila e l'*Escherichia coli*.

È già un grande percorso per un così breve libretto, benché sia solo un piccolo passo nella divulgazione del darwinismo.

1.
L’Albero della Conoscenza

Una delle classificazioni più note della storia è sicuramente quella delle categorie aristoteliche, che il filosofo distingueva in «sostanza, quantità, qualità, relazione, luogo, tempo, essere, avere, agire e patire». L’elenco è un po’ erratico, e fa venire in mente le penitenze dei bambini: «dire, fare, baciare, lettera, testamento». Ancora più balzana è la classificazione dell’*Emporio celeste di riconoscimenti benevoli*, un’enciclopedia cinese del X secolo citata o inventata da Borges:

> Gli animali si dividono in: appartenenti all’Imperatore, imbalsamati, addomesticati, maialini da latte, sirene, favolosi, cani randagi, inclusi in questa classificazione, che si agitano come matti, innumerevoli, disegnati con un pennellino finissimo di peli di cammello, eccetera, non più vergini, che da lontano sembrano mosche.

Da vicino tutte queste classificazioni sembrano invece pure e semplici espressioni di umorismo, volontario o involontario che sia. Anche se, con un po’ di buona volontà, la lista di Aristotele si può intendere come un elenco di categorie grammaticali, ipostatizzate metafisicamente: «sostantivi, aggettivi (quantitativi e qualitativi), relazioni, avverbi (di luogo e di tempo), verbi ausiliari (essere e avere) e forme verbali (attive e passive)».

Tutte le classificazioni, per quanto ingenue, sono comunque la manifestazione di un istinto tassonomico che tradisce la volontà di ordinamento del mondo secondo l’antico principio del *divide et impera,* inteso metaforicamente come: «classifica e comprendi». O, ancora più anticamente, secondo la denominazione delle cose che fu la prima attività di Adamo nel *Genesi* (II, 19-20), quand’ancora la sua attenzione non era stata distratta dall’arrivo di Eva:

> Il Signore Dio plasmò dal suolo ogni sorta di bestie selvatiche e tutti gli uccelli del cielo e li condusse all’uomo, per vedere come li avrebbe chiamati: in qualunque modo l’uomo avesse chiamato ognuno degli esseri viventi, quello doveva essere il suo nome. Così l’uomo impose nomi a tutto il bestiame, a tutti gli uccelli del cielo e a tutte le bestie selvatiche.

Più che gli Ebrei, furono però i Greci a tentare una prima classificazione sistematica del mondo animale e vegetale. Aristotele dedicò infatti al primo i tre libri *Storia degli animali*, *Sulle parti degli animali* e *Sulla generazione degli animali*, distinguendo ad esempio quelli con sangue (uomo, quadrupedi, cetacei, pesci e uccelli) da quelli senza sangue (crostacei, molluschi ed entema, comprendenti tra gli altri insetti e vermi), in una divisione che ricalca quella odierna tra vertebrati e invertebrati. E il suo allievo e successore Teofrasto allargò nelle *Ricerche sulle piante* e *Cause delle piante* l’attenzione al secondo mondo, coniando il termine «botanica» e

classificando 480 piante sulla base della loro generazione (spontanea, da seme, da radice, da un ramo, dal tronco).

Dopo questi timidi inizi la classificazione del mondo della vita si rivelò via via più complessa, e produsse presto da un lato opere di dimensioni sempre più mastodontiche, quali la *Storia naturale* di Plinio il Vecchio, e dall'altro classificazioni sempre più complicate e cervellotiche, basate su lunghe sfilze di nomi e attributi quali *Physalis annua ramosissima, ramis angulosis glabris, foliis dentato-serratis.* Nel Settecento la situazione era ormai diventata ingestibile, e la botanica e la zoologia attendevano un Messia che venisse a mettere ordine nel disordine dei loro ordinamenti.

Lo trovarono entrambe nello svedese Carlo Linneo, di cui nel 2007 si è celebrato il terzo centenario della nascita con manifestazioni di ogni tipo e in ogni luogo: oltre a innumerevoli congressi internazionali, la celebre rivista *Nature* gli ha infatti consacrato una copertina, la sua patria gli ha dedicato un'emissione filatelica, dopo averlo già effigiato sul biglietto da 100 corone, il Museo Linneo di Uppsala ha aperto le porte del suo giardino e della sua casa, e la Società Linnea di Londra ha esibito la sua collezione originale di 40.000 specie, oltre alla sua biblioteca di 16.000 libri e alla sua corrispondenza.

Col senno di poi, si può dire che Linneo trovò un uovo di Colombo: classificare animali e piante come si fa con le persone, semplicemente mediante un cognome generico e un nome specifico come *Physalis angulata.* Ironicamente, a quell'epoca in Svezia le persone di solito non avevano un cognome, e usavano semplicemente un patronimico: ad esempio, il nonno di Linneo si chiamava Ingemar Bengtsson, cioè «figlio di Bengt»: fu il padre di Linneo a darsi questo cognome, ispirandosi a un suo bosco di *linn*, «tigli», e latinizzandolo in Linnaeus.

Altrettanto ironicamente, il metodo di nomenclatura binomia era già stato anticipato di un paio di secoli dai due fratelli Gaspar e Johann Bauhin. Così com'era stata parzialmente anticipata, sempre di un paio di secoli e da Conrad Gesner, l'organizzazione abbozzata da Linneo, e poi divenuta classica, delle forme viventi in «domini, regni, fila, classi, ordini, famiglie, generi, specie, sottospecie e razze».

A prima vista si trattava di un'altra sospetta lista di categorie, ma questa volta il principio ispiratore era quello giusto: non più una classificazione basata su caratteri apparenti, come nel duecentesco trattato *Sugli animali* di Alberto Magno, che distingueva alla maniera cinese «quelli che camminano, che volano, che nuotano e che strisciano», bensì una classificazione ad albero genetico che oggi riconosciamo come basata sulla storia evolutiva.

Naturalmente non la vedeva così Linneo, che era un creazionista e credeva che le specie principali fossero uscite dalle mani di Dio come Venere dalla spuma del mare, fatte e finite una volta per tutte. D'altronde la sua metafisica era ancora biblica, visto che egli descriveva se stesso come un secondo Adamo e il proprio lavoro col motto: *Deus creavit, Linnaeus disposuit* («Dio creò, Linneo dispose»). Non a caso, sulla copertina del *Sistema della natura*, il capolavoro che passò gradualmente dalle undici pagine della prima edizione del 1735 alla classificazione di 4.400 specie animali e 7.700 vegetali della decima del 1758, era raffigurato un uomo che nel Giardino dell'Eden assegna i nomi alle creature.

Ciò nonostante, Linneo non era completamente fissista: riconosceva, ad esempio, che per ibridazione e acclimatazione possono nascere nuove specie, a partire da quelle create direttamente da Dio. Quanto all'uomo, lo collocò non al sommo del creato ma tra le scimmie antropomorfe, attirandosi di conseguenza scontate accuse di «empietà» da parte dell'arcivescovo di Uppsala, com'è il prevedibile e immutabile destino di chiunque osi sfidare scientificamente la superstizione religiosa. Un destino che Linneo affrontò coscientemente, attestando in una lettera del 1747 che «chiamare l'uomo scimmia, o la scimmia uomo, irrita i teologi, ma va fatto perché così ordina la scienza».

Oggi i teologi sono rimasti fermi a quell'irritazione, ma la scienza è andata molto avanti sulla via indicata da Linneo, di una classificazione gerarchica della vita basata su caratteristiche osservabili degli organismi. Anzitutto, sostituendo il suo creazionismo con l'evoluzionismo, che Darwin arrivò a formulare solo dopo aver studiato a fondo la sua classificazione. E poi, passando dalle sue osservabili macroscopiche, quali gli stami e i pistilli per una classificazione di tipo «sessuale» delle piante, ad analisi microscopiche fondate sulla struttura del DNA. Su queste basi gli scienziati stanno oggi ricostruendo il vero Albero della Conoscenza, riscrivendo il vero *Genesi* e scoprendone il vero Autore, all'insegna del motto coniato da Spinoza e condiviso da Einstein: *Deus, sive Natura* («Dio, cioè la Natura»).

2.
Un lungo argomentare

Si dice spesso, col senno di poi, che un uomo rivelava già da bambino ciò che poi sarebbe diventato da adulto. Benché questo non sia sempre vero, sicuramente lo è nel caso di Charles Darwin, che nella sua *Autobiografia* ricorda di aver mostrato fin dalle elementari uno spiccato interesse per la storia naturale, una precoce mania di collezionismo e una strana inclinazione alla passeggiata solitaria. Essendo dunque un naturalista nato, mal sopportava gli studi astratti e al chiuso: preferiva cacciare topi e uccelli e sognare viaggi esotici e remoti, tanto che il padre temeva che sarebbe diventato «una disgrazia per sé e la famiglia».

Poiché andava male anche alle superiori, fu spedito anzitempo all'università di Edimburgo a studiare medicina, ma presto si adagiò nella certezza che avrebbe ereditato un patrimonio sufficiente a evitargli di lavorare. Il padre, preoccupato, lo spinse allora a studiare teologia a Cambridge, sperando che potesse diventare un pastore evangelico. Ancora una volta il giovane trovò gli studi una completa perdita di tempo, anche se in seguito rimpianse di «non essere arrivato al punto da poter capire almeno qualcosa dei grandi princìpi fondamentali della matematica»: non a caso egli divenne poi il Galileo, invece che il Newton, della biologia.

Darwin definì i tre anni passati a Cambridge a raccogliere insetti e cacciare «i più belli della mia vita felice», intendendo per felicità «salute ed entusiasmo». E nel 1831, a ventidue anni, trovò finalmente la sua via: in primavera iniziò a studiare geologia, e in autunno ricevette l'offerta di partecipare, non pagato, come naturalista al viaggio del *Beagle*.

Dopo aver accantonato una serie di obiezioni negative, coscienziosamente elencate per iscritto («sconveniente per un futuro pastore evangelico», «progetto pazzesco», «non potrei più adattarmi a una vita sedentaria», «potrebbe essere un'impresa inutile»), si imbarcò in quello che egli stesso descrisse come «l'avvenimento più importante della mia vita, che ha determinato tutta la mia carriera». Cosa non difficile da credere, visto che per cinque anni andò letteralmente in giro per il mondo a visitare luoghi e raccogliere reperti: scoprì così che «il piacere di osservare e ragionare era di gran lunga superiore a quello della caccia e dello sport», e si tramutò «da barbaro primitivo a uomo civile».

Tornato a casa alla fine del 1836, iniziò subito a pensare al problema della formazione delle specie, che doveva tenerlo occupato per una ventina d'anni. E pubblicò i suoi primi libri: nel 1839 il *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*, che racconta le sue avventure a bordo del *Beagle*, e tra il 1842 e il 1846 i tre volumi delle *Osservazioni geologiche sull'America meridionale*, che trattano rispettivamente della formazione delle barriere coralline e degli atolli, della struttura delle isole vulcaniche e delle relazioni tra animali e piante del Sud America.

Nel frattempo si era posto il problema se sposarsi o no, e l'aveva affrontato con lo stesso coscienzioso metodo già adottato prima di imbarcarsi. Stavolta elencò pro e contro in un paio di fogli intitolati *Questo è il problema:* dopo aver notato, da un lato, che «certe cose fanno bene alla salute, ed è sempre meglio una compagna che un cane», e dall'altro lato, che «da sposati non si può leggere la sera, s'ingrassa, e se si hanno molti figli bisogna guadagnarsi il pane», optò romanticamente per sposarsi, visto che in fondo «ci sono molti schiavi felici».

Nel 1839 convolò dunque con la cugina Emma, e nel 1842 si trasferì con lei in una casa di campagna a Down. Ma il matrimonio non dovette fargli troppo bene, perché trasformò il vigoroso giramondo in un ipocondriaco pantofolaio che soffriva costantemente di nausea, vertigini, insonnia e debolezza, e che aveva attacchi di tremore e vomito ogni volta che riceveva ospiti: come disse poi un medico, «un insieme di sintomi depressivi, ossessivi, ansiosi e isterici», che fanno sospettare un errore nella scelta tra la moglie e il cane.

Alla mutazione fisiologica di Darwin se ne affiancò ovviamente anche una psicologica. Ad esempio, il giovane che amava moltissimo Shakespeare, e fino ai trent'anni traeva gran piacere dalla lettura dei poeti più diversi, divenne un adulto che non poteva più sopportare di leggere versi, e trovava Shakespeare «così insopportabilmente pesante da trarne disgusto». Perse anche quasi interamente il gusto per la pittura e la musica, mantenendo invece un interesse per la storia e per i romanzi, purché non finissero tragicamente: «cosa contro la quale si dovrebbe proporre una legge».

Rimase praticamente confinato a Down per quarant'anni, fino alla sua morte nel 1882, vedendo solo i rari amici che non lo facevano letteralmente vomitare, quali Charles Lyell e Thomas Huxley, e dedicandosi alle sue ricerche. E com'ebbe a dire egli stesso, scordandosi in maniera un po' imbarazzante dei suoi dieci figli: «Non ho altro da ricordare, relativamente al resto della mia vita, che la pubblicazione dei miei libri». Il che richiede comunque una buona dose di memoria, perché la sua produzione fu copiosa e importante, anche al di là delle sue tre opere più note e influenti: *L'origine delle specie* del 1859, *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale* del 1871 e *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali* del 1872.

Prima di questi capolavori erano venuti, tra il 1851 e il 1854, i quattro volumi sui *Cirripedi,* due sui fossili e due sui viventi: un lavoro di otto anni dedicato alla classificazione di questi minuti crostacei che vivono attaccati alle rocce marine, e si nutrono di plancton filtrato attraverso le appendici arricciate che danno loro il nome. E nel frattempo vennero nel 1862 *La fecondazione delle orchidee da parte degli insetti,* e nel 1868 *La variazione degli animali e delle piante allo stato domestico:* in entrambi questi libri Darwin fece interessanti previsioni, alcune in seguito confermate e altre refutate.

Nel primo, ad esempio, scoprì la *coevoluzione* nel fatto che alcune orchidee affidano la loro riproduzione a un unico tipo di impollinatore. E osservando la Stella del Madagascar, un'orchidea che profuma solo di notte e ha uno sperone lungo fino a 30 centimetri (da cui il suo nome di *Angraecum sesquipedale*, «un piede e mezzo»), predisse l'esistenza di una specie ancora sconosciuta di falena con una proboscide altrettanto lunga, in grado di succhiarne il nettare. Nel 1871 Wallace paragonò la

previsione di Darwin a quella di Urbain Le Verrier del pianeta Nettuno a partire dalle perturbazioni dell'orbita di Urano, e nel 1903 essa fu confermata da Walter Rothschild e Karl Jordan con la scoperta dell'impollinatore: una sottospecie della *Xanthopan morganii*, battezzata appunto *praedicta.*

Nel secondo libro Darwin presentò invece come possibile meccanismo per l'ereditarietà la *pangenesi*, immaginando che i gameti ricevessero da ciascuna cellula di tutto l'organismo delle gemmule che contribuivano collettivamente alla trasmissione dei vari caratteri individuali: questa volta però si sbagliò, perché oggi sappiamo invece che ogni cellula contiene già individualmente l'informazione genetica per tutti i caratteri dell'individuo.

E questo non fu il suo unico errore, perché egli accettò sempre come possibile fattore evolutivo, sia pure solo come meccanismo ausiliario alla selezione naturale, l'ereditarietà dei caratteri acquisiti, andando a volte anche più in là di Lamarck stesso: ad esempio, quando nell'edizione del 1872 de *L'origine delle specie* non escluse la possibile ereditarietà persino delle mutilazioni accidentali. Questo residuo di lamarckismo fu soppiantato dalla distinzione tra *fenotipo* (l'organismo portatore dei caratteri) e *genotipo* (il patrimonio genetico ereditario) effettuata da August Weismann nel 1883, e fu definitivamente bandito dal *dogma centrale della biologia* («si va dal DNA alle proteine, ma non viceversa») enunciato da Francis Crick nel 1958.

Dopo la pubblicazione della trilogia sull'evoluzione, Darwin si rivolse alla botanica e le dedicò una serie di libri: *Le piante insettivore* nel 1875, *Gli effetti della fecondazione incrociata e dell'autofecondazione nel regno vegetale* nel 1876, *Le forme diverse dei fiori in piante della stessa specie* sempre nel 1876, *La capacità di movimento delle piante rampicanti* nel 1880, e *La formazione dell'humus per mezzo dell'azione dei lombrichi* nel 1881.

È grazie a questa impressionante produzione scientifica che il genetista John Haldane ha potuto affermare che il contributo più originale dato da Darwin alla biologia non è stato l'evoluzionismo, ma questo suo lavoro sulla botanica sperimentale. E il biologo Ernst Mayr ha aggiunto che «Darwin sarebbe ricordato come uno scienziato eminente anche se non avesse scritto una sola parola sull'evoluzione».

Quanto a lui, confessò di non possedere una grande velocità di apprendimento, né una grande capacità di astrazione, ma di esser stato dotato di un'abilità non comune di osservazione e di classificazione. E riassunse le proprie doti enumerando «l'amore per la scienza, un'infinita pazienza nel riflettere lungamente su ogni argomento, gran diligenza nell'osservare e raccogliere dati di fatto, e una certa dose d'immaginazione e di buon senso».

La sua *Autobiografia* si conclude osservando: «È davvero sorprendente che con doti così modeste io sia stato capace d'influire in modo tanto notevole sulle opinioni degli scienziati su alcuni importanti problemi». E, aggiungeremmo noi oggi, anche e soprattutto sulle opinioni degli uomini di buona razionalità sulla natura e su se stessi.

3.
A spasso col Bracchetto

> Dopo essere stata respinta due volte da un forte vento di sudovest, la nave di sua maestà *Beagle*, un brigantino con dieci cannoni comandato dal capitano FitzRoy, salpò da Davenport il 27 dicembre 1831. Scopo della spedizione era di completare il rilevamento della Patagonia e della Terra del Fuoco, cominciato dal capitano King negli anni tra il 1826 e il 1830, rilevare le coste del Cile, del Perú e di alcune isole del Pacifico ed eseguire una serie di osservazioni cronometriche intorno al mondo.

È l'inizio del *Viaggio di un naturalista intorno al mondo* di Darwin: anzi, un doppio inizio, del viaggio stesso (1831-1836) e del suo reportage (1839), che insieme cambiarono dapprima le sorti del naturalista, e poi quelle del mondo intero, perché fu in entrambi che egli pose le basi ed ebbe le prime intuizioni della teoria dell'evoluzione.

Un racconto polifonico del viaggio, che tiene conto non solo della versione ufficiale di Darwin, ma anche dei suoi diari di bordo, delle sue note geologiche e zoologiche e della sua corrispondenza, oltre che del complementare resoconto di FitzRoy, si può leggere in *Fossili, fringuelli e fuegini* di Richard Darwin Keynes, bisnipote di Darwin e nipote dell'economista John Maynard Keynes.

Per cominciare dal brigantino, il cui nome *Beagle* significa «Bracchetto», esso era partito nel 1826, al comando del capitano Pringle Stokes, come nave di appoggio all'*Adventure* del capitano King, per la missione descritta sopra da Darwin. Quando nel 1828 Stokes si era suicidato, in seguito a una depressione provocata dagli stenti patiti nella Terra del Fuoco, il comando era andato al ventitreenne Robert FitzRoy, un aristocratico che era pronipote di un re, nipote di un duca e di una marchesa, e figlio di un lord.

Tornato in patria alla fine del 1830, portando con sé quattro fuegini che furono anche presentati a corte, a FitzRoy fu subito affidata una seconda missione. E avendo osservato nel viaggio precedente che un geologo gli sarebbe stato utile nella spedizione, chiese all'Ammiragliato di provvedere.

L'offerta di imbarco partì dall'alto e dopo un paio di passaggi arrivò al reverendo John Henslow, che per tre anni aveva insegnato a Darwin chimica e biologia a Cambridge, e col quale faceva lunghe passeggiate giornaliere. Dopo aver inizialmente pensato a partire egli stesso, e averlo poi proposto a un cognato parroco, il reverendo passò la richiesta al suo giovane studente, e finalmente il palleggiamento finì. Nell'*Autobiografia* Darwin raccontò poi:

> Approfondendo la conoscenza di FitzRoy, ho scoperto di aver corso il serio rischio di essere scartato per colpa della forma del mio naso! Ardente seguace di Lavater, era convinto che fosse possibile giudicare il carattere di una persona in base alle caratteristiche somatiche: dubitava quindi che una persona con il mio naso possedesse

l’energia e la determinazione necessarie per il viaggio. Penso che in seguito si sia convinto che il mio naso gli aveva mandato un messaggio sbagliato.

Egli si preparò coscienziosamente al viaggio per tre mesi: consultò esperti di ogni genere, acquistò strumenti e armi, fece pratica di astronomia, predispose gli invii di reperti e le loro modalità di conservazione. Il 4 dicembre 1831 dormì per la prima volta a bordo, registrando nel diario la difficoltà di entrare nell’amaca disposta in una cabina di dieci metri quadrati, sospesa sopra un tavolo sul quale avrebbe lavorato di giorno con altre due persone.

Ci furono tre false partenze, in ciascuna delle quali il giovane viaggiatore diede subito prova del suo scarso piede marino soffrendo sistematicamente il mal di mare, come d’altronde continuò a fare per tutto il resto del viaggio. Il *Beagle* riuscì finalmente a prendere il largo il 27 dicembre e dopo pochi giorni, l’11 gennaio 1832, Darwin ebbe la sua prima intuizione: capì, cioè, che il plancton che aveva raccolto grazie a una rete di sua invenzione, ed esaminato al microscopio, stava alla base della catena alimentare oceanica e permetteva la vita dei pesci lontani da terra.

Nel primo anno di navigazione il *Beagle* raggiunse la Terra del Fuoco. Nel passaggio a Capo Verde, esaminando la struttura geologica delle isole Darwin si convertì senza riserve alle teorie gradualiste di Lyell, di cui FitzRoy gli aveva regalato i *Principi di geologia*. Passando l’equatore dovette subire i gavettoni e le goliardate con cui l’equipaggio festeggiava l’avvenimento. A Bahia visitò per la prima volta la foresta brasiliana, che gli procurò un piacere incomparabile, e scoprì con orrore che FitzRoy difendeva e lodava la schiavitù là praticata, che lui invece aborriva. A Rio esplorò per un paio di mesi il territorio, e anticipò alcuni concetti di quella che in seguito si chiamerà «ecologia». In Patagonia andò a caccia di struzzi con gli indios e scoprì i suoi primi fossili vertebrati, fra cui un megaterio (una specie di orso grande quanto un elefante) e un gliptodonte (un armadillo gigante). A San Blas vide «nevicare farfalle» da uno sciame lungo e largo un paio di chilometri e alto duecento metri. E nella Terra del Fuoco incontrò i suoi primi nativi, simili a diavoli e di aspetto miserrimo.

Per tutto il 1833 il *Beagle* rimase nella parte orientale del cono Sud. Questo secondo anno di navigazione si aprì con il ritorno a casa dei fuegini che FitzRoy aveva portato in Inghilterra nel suo primo viaggio: essi furono riconosciuti immediatamente, ma i parenti li accolsero con una totale assenza di emozioni. Nel Rio de la Plata Darwin vide e studiò una nuova specie di delfini, che fu in seguito chiamata «di FitzRoy». Sul Rio Colorado campeggiò con i gauchos e incontrò il generale Rosas, futuro dittatore argentino. Tornò a Buenos Aires a cavallo e su una barca fluviale, contando una volta che in cinque minuti di esposizione della mano l’avevano punto cinquanta zanzare. Preso nel mezzo di una rivoluzione, esplorò il Rio Uruguay e il Rio Negro. A Port Desire abbatté e mangiò uno struzzo, che poi si accorse appartenere a una specie rarissima di cui gli avevano parlato i gauchos, e che in seguito fu chiamata «di Darwin».

Agli inizi del 1834, a Port Saint Julian, nello stesso luogo dov’era avvenuto l’ammutinamento contro Magellano, Darwin scoprì dei resti fossili di macrauchenia (una specie di cammello senza gobba, con una piccola proboscide e una faccia da

tapiro). E cercò di determinare l'origine della pianura di ghiaia, cosparsa di gusci d'ostrica grandi fino a trenta centimetri, che si estendeva per mille chilometri nel sud della Patagonia, lamentandosi: «I libri dicono poco, e ciò che dicono non si applica a ciò che vedo».

A febbraio il *Beagle* passò una prima volta lo stretto di Magellano, poi tornò indietro fino alle Falkland, che aveva già visitato una prima volta in precedenza, e a maggio ripassò una seconda volta lo stretto, entrando definitivamente nella parte occidentale del cono Sud. Alle isole Wollaston Darwin incontrò un gruppo di canoe cariche di Yahgan, che descrisse come «le creature più abiette e miserevoli che avessi mai visto». In autunno fu confinato a letto per sei settimane, probabilmente da una febbre tifoidea. Nell'isola di Lemuy scoprì i suoi primi alberi fossilizzati.

Ma in questo terzo anno di viaggio incominciò anche a muoversi intellettualmente, oltre che fisicamente. Esplorando Valparaíso annotò infatti sul diario una frase rivelatrice, che poi prudentemente omise nel *Viaggio di un naturalista intorno al mondo:* «Non è improbabile che la scarsezza di animali derivi dal fatto che nessuno di essi è stato creato dall'epoca in cui il paese è emerso dal mare». E scalando il monte Campana, notò: «È impossibile non ammirare la forza stupefacente che ha sollevato queste montagne, come pure il tempo infinito richiesto per romperne, trasportarne e livellarne masse intere».

Nella prima metà del 1835 il *Beagle* risalì il Sud America fino a Lima. A Valdivia Darwin avvertì il tremendo terremoto che distrusse Concepción e provocò uno tsunami. Sulla Cordillera fu colpito dalla differenza di vegetazione e fauna nelle valli orientali e sul versante cileno, nonostante la somiglianza di condizioni climatiche e di posizione geografica. A Luxan fu preda delle cimici giganti della pampa, che forse gli trasmisero il morbo di Chagas: questa potrebbe essere la causa della malattia cronica di cui soffrì nella seconda parte della sua vita. A Villavicencio trovò un bosco di alberi pietrificati ancora disposti verticalmente.

E finalmente, nell'autunno del suo quarto anno di viaggio, il *Beagle* intraprese la via del ritorno. Sulla tappa alle Galápagos, torneremo tra breve. A Tahiti Darwin incontrò la regina Pomare e vide per la prima volta le barriere coralline, intuendo che quelle circolari si formano quando il fondo marino sprofonda e i coralli crescono attorno a una montagna che viene lentamente sommersa. In Nuova Zelanda fu disgustato dai Maori, che pose nella scala della civiltà umana poco sopra i fuegini, e molto sotto i tahitiani.

L'avvicinamento all'Inghilterra prese buona parte del 1836, quinto e ultimo anno di viaggio. Nelle Blue Mountains Darwin vide gli ornitorinchi dal becco d'oca, e a proposito della fauna australiana osservò che un incredulo o uno scettico avrebbero potuto dedurne l'esistenza di due distinti Creatori, o almeno di una lunga pausa nell'opera di un unico Creatore. In Tasmania testimoniò il genocidio degli aborigeni, ormai ridotti a una sessantina di sopravvissuti. Alle isole Keeling perfezionò la sua teoria della formazione delle isole coralline, e concluse che «un'isola lagunare dev'essere considerata come un monumento che miriadi di minuscoli architetti hanno eretto per indicare il luogo dove la terra di un tempo giace sepolta nelle profondità dell'oceano». Negli ultimi mesi di viaggio Darwin iniziò a riordinare le sue note geologiche e zoologiche, e l'argomento a cui dedicò più tempo e spazio fu lo studio

degli innumerevoli invertebrati marini che aveva catturato col suo retino durante la navigazione del *Beagle*. Dopo aver trascorso gli ultimi giorni a bordo «più morto che vivo», sbarcò in Inghilterra il 2 ottobre 1836: l'avventura attorno al mondo era finita, e si trattava ora di mieterne i risultati attraverso un lungo lavoro di classificazione dei reperti raccolti e di meditazione sulle osservazioni eseguite, testimoniato dalle sue molte opere successive.

Quanto a FitzRoy, una cui biografia romanzata si può leggere in *Questa creatura delle tenebre* di Harry Thompson (Nutrimenti, 2006), il suo percorso intellettuale fu opposto a quello di Darwin. Nel capitolo 28 del proprio libro sul viaggio, intitolato «Note sul diluvio universale», egli ricorda infatti di essere partito sotto l'influenza di Voltaire e Lyell, tanto da aver fatto notare un giorno al suo compagno di avventura, all'epoca ancora credente, che la vasta pianura di levigati detriti fluviali nella quale si trovavano a passare non poteva certo essere il prodotto di un diluvio di quaranta giorni. Ma in seguito, a causa del suo matrimonio con una bigotta, era passato a un'interpretazione letterale delle Scritture.

Dopo essere stato eletto deputato nel 1841, e governatore della Nuova Zelanda dal 1843 al 1845, divenne nel 1854 direttore del primo Ufficio Meteorologico inglese: fu lui a introdurre le prime previsioni del tempo e a far pubblicare sui quotidiani le relative carte. Nel 1859 deplorò l'uscita de *L'origine delle specie*, scrivendo a Darwin: «Non riesco a trovare nulla di nobilitante nel pensiero di discendere da una scimmia, per quanto antichissima». E il 30 aprile 1865, frustrato per le critiche rivolte alle sue imperfette previsioni atmosferiche, si tagliò molto umanamente la gola.

4.
Piccolo mondo antico

Di tutte le tappe del lungo viaggio di Darwin sul *Beagle*, quella che egli fece alle Galápagos dal 15 settembre al 20 ottobre 1835 è sicuramente la più famosa e significativa.

Non stupisce, dunque, che un'escursione alle Galápagos rimanga ancor oggi fra le mete più ambite dai turisti di tutto il mondo. E cosa i fortunati che realizzano il loro sogno possano trovarci, una volta andatici, è presto detto: le isole non sono infatti cambiate molto dai tempi di Darwin, e il capitolo 17 del *Viaggio di un naturalista intorno al mondo* ne costituisce tuttora una fedele guida.

A parte i turisti, il maggior impatto sulle Galápagos l'hanno avuto gli Stati Uniti, che durante la Seconda guerra mondiale ci hanno impiantato una base militare e si sono poi rifiutati per dieci anni di andarsene, come loro abitudine. Ma neppure ai tempi di Darwin le isole erano frequentate dalla miglior gente del mondo: nel 1832 vi fu infatti piazzata una colonia penale, di poche centinaia di prigionieri deportati dall'Ecuador, ed egli racconta che essi vivevano alla maniera di Robinson Crusoe, cibandosi di frutta, cinghiali e capre che si trovavano nei boschi.

Ma il loro cibo principale erano gli animali-simbolo delle isole, le famose e gigantesche tartarughe (galápago, in spagnolo) da cui ha preso il nome l'arcipelago. Agli inizi le navi di passaggio ne catturavano fino a duecento esemplari in un solo giorno: si risparmiavano soltanto quelli più anziani ed enormi, ai quali comunque venivano spesso praticate incisioni sulla corazza, a testimonianza del fatto che le abitudini dei «turisti» di allora erano le stesse di ora. Ma in seguito quest'uso indiscriminato ne aveva ridotto drasticamente il numero, tanto che il sovrintendente della colonia penale Nicholas Lawson prevedeva che si sarebbero estinte nel giro di vent'anni.

Fu lui a dire a Darwin che la dimensione e la forma della corazza di una tartaruga gli permettevano di identificare con certezza l'isola da cui essa proveniva. L'osservazione sul momento fu registrata quasi distrattamente, ma dopo nove mesi di gestazione partorì i suoi frutti. Lo testimonia questo passaggio delle *Note ornitologiche*, scritte durante il viaggio di ritorno nell'estate del 1836, che costituisce la prima avvisaglia del cambiamento di filosofia del giovane naturalista:

> Quando rifletto sul fatto che gli spagnoli sono in grado di stabilire immediatamente da dove provenga una tartaruga basandosi sulla forma del corpo, sulle sue dimensioni e in particolare su quella delle scaglie.
>
> Quando vedo che queste isole in vista l'una dell'altra sono abitate da una sparuta popolazione di animali, frequentate da questi uccelli che differiscono fra loro solo leggermente e che occupano lo stesso posto nella natura, devo sospettare che si tratti solo di variazioni.
>
> Se queste osservazioni hanno un minimo di fondamento, la zoologia di questi arcipelaghi merita un esame approfondito, perché *questi fatti potrebbero smentire la stabilità delle specie*.

Nell’autunno del 1835, alle Galápagos, Darwin si era invece limitato a cavalcare e a rovesciare le tartarughe, verificando che esse riescono a rimettersi in piedi da sole, a differenza delle testuggini. E a notare che le sorgenti, rare e confinate nelle zone centrali e più elevate delle isole, erano collegate al resto del territorio da una rete di piste larghe e battute, che gli animali percorrevano lentamente nei due sensi per andare a rifornirsi d’acqua: la loro vescica permetteva di immagazzinarne una gran quantità, e i prigionieri assetati a volte le uccidevano per dissetarsene.

Altrettanto spettacolari delle tartarughe erano e sono le iguane giganti, di terra (verdi e rosse) o di mare (nere), entrambe vegetariane. Anche con loro Darwin si divertì, gettandone una di mare per molte volte in acqua e notando che essa tornava regolarmente a riva: egli ne dedusse che questo rettile non ha nemici sulla spiaggia, ma è spesso preda degli squali in mare, dove si reca solo per mangiare le alghe che costituiscono la sua dieta. Un marinaio del *Beagle* ne affondò invece una con un peso attaccato, scoprendo che dopo un’ora era ancora perfettamente viva.

Oggi le guide del parco nazionale, stabilito nel 1959 sulla quasi totalità (il 97,5%) del territorio, non solo non permettono più questi «esperimenti», ma si assicurano che non ci siano contatti di sorta con nessuno degli animali: soprattutto con le otarie, che popolano le spiagge sulle quali si attracca e catturano l’attenzione dei visitatori con deliziose scene di vita familiare, nelle quali il maschio pattuglia la riva barrendo e le madri allattano teneramente i piccoli belanti. La presenza delle otarie e dei pinguini, che sfrecciano in acqua intorno ai bagnanti, è la dimostrazione visibile del fatto che queste isole equatoriali sono collegate alle zone polari dalla fredda corrente di Humboldt.

Forse ancora più interessanti di tutti questi animali, e anche delle singolari sule dai piedi azzurri o rossi, benché certo meno appariscenti agli occhi dei visitatori, sono poi le tredici specie di fringuelli classificati dall’ornitologo John Gould agli inizi del 1837, in base alla lunghezza e alla forma del loro becco. Esse costituiscono una delle migliori prove scientifiche del funzionamento dell’evoluzione in natura, come già aveva previsto Darwin nell’edizione del 1845 del suo libro di viaggio:

> Il fatto più curioso è la perfetta gradazione nelle dimensioni del becco delle diverse specie. Osservando tale gradazione e diversità di struttura in un gruppo piccolo e molto omogeneo di uccelli, si potrebbe realmente immaginare che da un originario esiguo numero di uccelli di questo arcipelago una *specie sia stata modificata per finalità diverse*.

Questa osservazione segue però di molti anni la visita delle isole: sul momento i cosiddetti «fringuelli di Darwin» non attrassero particolarmente la sua attenzione, tanto che egli li raccolse alla rinfusa, senza registrarne l’isola di provenienza. Tornato in Inghilterra fu dunque costretto a rivolgersi a FitzRoy e agli altri compagni di viaggio, per avere esemplari classificati con maggior precisione. E fu solo agli inizi del 1837, dopo che Gould se ne occupò, che Darwin incominciò a considerarli come una delle prove cruciali della teoria che nel frattempo aveva incominciato a elaborare.

Oggi le ricerche dei due biologi Peter e Rosemary Grant, alle quali è dedicato il best seller di Jonathan Weiner *Il becco del fringuello*, vincitore del premio Pulitzer

nel 1995, hanno confermato che le varie specie di fringuelli costituiscono diverse risposte adattative alle condizioni ecologiche locali delle varie isole. Etichettando l'intera popolazione aviaria della piccola isola di Dafne, e monitorandone i cambiamenti in periodi di siccità e di alluvione, nel giro di pochi anni la coppia di scienziati è infatti riuscita a *misurare* gli effetti della selezione naturale che porta ai cambiamenti della dimensione e della forma del corpo (soprattutto del becco) dei fringuelli.

I risultati sono stati non solo una verifica quantitativa della teoria qualitativa dell'evoluzione, ma anche la sorprendente scoperta che i cambiamenti di specie possono avvenire in tempi brevissimi, invece che nei tempi storici ai quali si credeva essi fossero confinati. In particolare, i Grant hanno messo in luce il meccanismo di isolamento riproduttivo che costituisce la condizione essenziale per separare una specie dall'altra: si tratta di una discriminazione dei maschi che le femmine effettuano sulla base del loro canto, che poi viene trasmesso come patrimonio culturale di padre in figlio. La possibilità di una sporadica ibridazione sessuale rimane, però, e viene occasionalmente sfruttata per potenziare la diversità genetica tra le popolazioni e separarle fra loro.

Che la selezione potesse portare alla formazione di nuove specie era ovviamente una cosa nota da tempo per le piante da vivaio e gli animali da allevamento: non a caso *L'origine delle specie* incomincia con un capitolo sui piccioni, dei quali lo stesso Darwin era riuscito a creare molte varietà diverse in pochi mesi attraverso incroci.

Il problema era osservare la selezione naturale agire allo stesso modo della selezione artificiale, e la prima testimonianza venne da uno studio di Hermon Bumpus sulle caratteristiche degli uccelli morti o sopravvissuti durante una gelata a Providence nel gennaio 1898, che settant'anni dopo fornì ai Grant l'ispirazione per il loro lavoro. Un'altra conferma a posteriori è venuta dalla *carbonaria*, una falena nera la cui mutazione fu favorita dagli effetti della fuliggine prodotta dalla Rivoluzione industriale, e la cui evoluzione si è potuta seguire dal 1848 a oggi attraverso l'esame degli esemplari raccolti dai collezionisti.

Quello dei Grant fu il primo studio dettagliato di evoluzione in azione, e molti altri ne sono poi seguiti. Uno dei più singolari è quello del microbiologo Bruce Levin, che ha osservato l'evoluzione del batterio *Escherichia coli* nel proprio intestino attraverso l'esame della carta igienica usata giornalmente, scoprendo che in un solo anno si erano formati 53 diversi ceppi, di cui solo due erano sopravvissuti. Il che dà un'idea di ciò che l'evoluzione produce non soltanto attorno, ma *dentro* di noi: d'altronde, come ha detto il premio Nobel per la medicina Frank Macfarlane Burnet, osservare il sistema immunitario in azione su batteri e virus (e viceversa) è probabilmente il miglior modo di renderla visibile.

Darwin aveva dunque visto giusto sulle Galápagos, quando diceva che quell'arcipelago è «un piccolo mondo particolare nel quale, tanto nello spazio quanto nel tempo, ci sembra di essere in un certo modo vicini a quel grande fenomeno, il mistero dei misteri, che fu la prima comparsa di nuovi esseri su questa terra». Un mistero da lui svelato nel suo lavoro successivo, al quale è ormai giunto il momento di rivolgerci.

5.
L’evoluzione dell’evoluzionismo

Che cosa impedisce che i rapporti fra le differenti parti del corpo siano puramente accidentali? Gli incisivi, per esempio, sono taglienti e servono a spezzare il cibo, mentre i molari sono piatti e servono a masticarlo: essi però non sono stati fatti con questo scopo, e la loro forma è il risultato di un caso. Lo stesso vale per tutte le parti del corpo che sembrano essere naturalmente destinate a qualche scopo particolare: quelle costituite in maniera adatta grazie a una loro interna spontaneità si sono conservate, mentre quelle non costituite in tal modo sono perite e continuano a perire.

Queste parole contengono quella che è probabilmente la prima formulazione storica del principio della selezione naturale, ma non sono tratte da *L’origine delle specie* di Darwin, bensì dalla *Fisica* (II, 8, 2) di Aristotele! Non c’è da stupirsi, però, perché i Greci erano persone sensate, e oltre ad aver intravisto l’evoluzionismo avevano anche anticipato l’eliocentrismo: se entrambe queste teorie fecero scandalo quando furono riscoperte dopo due millenni, è solo perché i sedicenti «moderni» erano (e in gran parte rimangono) rimbambiti da secoli di abbrutimento irrazionale e religioso.

Il risveglio iniziò nel 1749 in Francia, con la pubblicazione di due opere in cui venivano anticipati alcuni aspetti della teoria dell’evoluzione: la *Lettera sui ciechi a uso dei vedenti* di Denis Diderot e la *Storia naturale generale e particolare* del conte di Buffon. Naturalmente, in entrambi i casi gli autori finirono nei guai: il primo fu incarcerato per qualche mese e dovette abiurare il libro per poter essere liberato, mentre il secondo fu censurato dalla facoltà teologica della Sorbona e nel 1753 dichiarò di «abbandonare tutto ciò che nel mio libro può essere contrario alla legge mosaica», anche se nel 1773 si pentì del suo pentimento e ritornò alle sue convinzioni iniziali, per essere di nuovo attaccato dai teologi della Sorbona nel 1779.

Il primo ad aver formulato una teoria evoluzionista coerente e completa fu Jean-Baptiste Lamarck, nella *Filosofia zoologica* del 1809. Darwin, che nacque quello stesso anno, gli rese omaggio nel «Compendio storico» che apre *L’origine delle specie*:

> Egli per primo rese alla scienza il grande servigio di richiamare l’attenzione sulla possibilità che qualunque cambiamento nel mondo organico, come pure nel mondo inorganico, fosse il risultato di una legge e non di un intervento miracoloso. Quanto alle cause del cambiamento, egli ritiene che consistano in parte nell’azione diretta delle condizioni fisiche della vita, in parte nell’incrocio di forme preesistenti, ma soprattutto nell’uso e nel disuso, cioè negli effetti dell’abitudine. A quest’ultima causa egli sembra attribuire tutti i meravigliosi adattamenti che si osservano in natura: per esempio il lungo collo della giraffa, che le permette di brucare sui rami degli alberi. Ma egli crede anche nell’esistenza di una legge di sviluppo progressivo.

Darwin giustamente riconosce il potenziale eversivo del lamarckismo evoluzionista nei confronti del fissismo creazionista allora corrente, condensato nel motto del tassonomismo teista di Linneo: *Species tot numeramus quot a principio creavit infinitum Ens* («Tante sono le specie che noi enumeriamo, quante ne sono state create in principio dall'Ente infinito»). Quanto ai meccanismi dell'evoluzione, l'ipotesi dell'ereditarietà dei caratteri acquisiti difesa da Lamarck era in fondo la più naturale e intuitiva, e il suo stesso errore era già stato anticipato alla fine del Settecento da Erasmus Darwin (nonno di Charles) in Inghilterra, Johann Wolfgang Goethe in Germania e Geoffroy Saint-Hilaire in Francia.

Un altro anticipatore importante fu Charles Lyell, amico e collega di Darwin, la cui «teoria dell'attualismo» mostrava come piccoli cambiamenti locali, quali l'erosione dei venti e delle acque, o i terremoti e le eruzioni vulcaniche, potessero provocare grandi cambiamenti globali nel corso dei tempi geologici.

Ma ce ne furono molti altri, come racconta dettagliatamente Giulio Barsanti in *Una lunga pazienza cieca.* Già Darwin ne enumera ben trentaquattro nel suo citato «Compendio storico»: dal dottor William Wells che nel 1813, nella *Relazione su una donna bianca la cui pelle è in parte simile a quella di un negro*, riconobbe chiaramente il principio della selezione naturale, benché ristretto a certi caratteri delle razze umane, al signor Patrick Matthew che nel 1831, nel *Legname da costruzioni navali e arboricultura*, secondo Darwin «sostiene la stessa concezione dell'origine delle specie proposta da Wallace e me».

Quanto al proprio contributo, lo narra egli stesso nella sua *Autobiografia:*

> Nel luglio 1837 cominciai il mio primo libro di appunti, e non tardai a rendermi conto che la selezione era la chiave con cui l'uomo era riuscito a ottenere razze utili di animali e piante. Ma per qualche tempo mi rimase incomprensibile come la selezione si potesse applicare a organismi viventi in natura.
>
> Nell'ottobre 1838, cioè quindici mesi dopo l'inizio della mia ricerca sistematica, lessi per diletto il libro di Thomas Malthus *Saggio sul principio della popolazione:* poiché, date le mie lunghe osservazioni sulle abitudini degli animali e delle piante, mi trovavo nella buona disposizione mentale per valutare la lotta per l'esistenza cui ogni essere è sottoposto, fui subito colpito dall'idea che, in tali condizioni, le variazioni vantaggiose tendessero a essere conservate, e quelle sfavorevoli a essere distrutte.

In tal modo Darwin riscoprì l'intuizione di Aristotele, e individuò nella *variazione* e nella *selezione* i primi due ingredienti fondamentali della sua teoria. Il terzo, l'*adattamento*, dovette ancora attendere qualche anno:

> In quel tempo non afferrai un problema molto importante. Non riesco a capire come abbia potuto non vederlo e non trovarne la soluzione: era l'uovo di Colombo! Mi riferisco alla tendenza degli organismi discendenti da uno stesso ceppo a divergere nei loro caratteri, quando si modificano.
>
> Sono in grado di ricordare il luogo esatto della strada, che percorrevo in carrozza, quando mi venne in mente la soluzione del problema, con mia grande gioia: ciò accadde molto tempo dopo che ci eravamo trasferiti a Down [nel 1842]. La soluzione,

> secondo me, consiste nel fatto che la discendenza modificata delle forme dominanti e in via di sviluppo tende ad adattarsi a parecchi luoghi che hanno caratteristiche molto diverse nell'economia della natura.

Una volta individuato un possibile meccanismo dell'evoluzione, rimaneva da dimostrare che esso era effettivamente quello seguito dalla natura per la formazione delle specie vegetali e animali. *L'origine delle specie* enumerò dettagliatamente gli indizi favorevoli esistenti e smontò sistematicamente le obiezioni contrarie, reali o ipotetiche, ma era troppo avanti rispetto ai tempi per poter essere probatoria: come già Galileo nei *Dialoghi sopra i due massimi sistemi del mondo* con l'eliocentrismo, anche Darwin dovette dunque accontentarsi di mostrare che la sua teoria dell'evoluzionismo era coerente e plausibile.

Ma non si dovette attendere molto per iniziare a porre i fondamenti teorici del suo lavoro descrittivo, come continua a raccontare dettagliatamente Giulio Barsanti in *Una lunga pazienza cieca.*

Dopo gli insuccessi sperimentali di August Weismann e Francis Galton, che cercarono inutilmente di provocare variazioni ereditarie in laboratorio con metodi quali il taglio della coda sui topi o l'iniezione di sangue di conigli colorati in individui albini, si scoprì anzitutto che il meccanismo dell'ereditarietà era già stato trovato fin dal 1866 dall'abate Gregor Mendel, in un contributo rimasto all'epoca inosservato, e poi ritrovato indipendentemente e simultaneamente nel 1900 da Hugo de Vries, Carl Correns ed Erich von Tschermak: sostanzialmente, le basi dell'ereditarietà stanno nei geni individuali e nei cromosomi collettivi, e le variazioni sono determinate da mutazioni casuali del loro DNA.

Quanto alla selezione, le sue prime leggi furono stabilite nel 1908 dal matematico Godfrey Hardy e dal medico Wilhelm Weinberg, e determinano le condizioni che mantengono o cambiano le frequenze relative dei geni nelle popolazioni: a seconda che l'accoppiamento sia casuale o no, le leggi regolano la selezione naturale o la selezione sessuale, descritte da Darwin in *L'origine delle specie* e *L'origine dell'uomo*, e insieme spiegano il meccanismo attraverso il quale si formano, in una popolazione geneticamente omogenea, razze che differiscono fra loro per le frequenze relative di alcuni geni. L'adattamento ambientale e l'isolamento riproduttivo tendono poi a fissare le differenze e a provocare un isolamento genetico, che impedisce la procreazione o provoca la sterilità degli ibridi, e produce infine l'origine di nuove specie, come Darwin aveva appunto annunciato nel titolo del suo capolavoro.

6.
Il Cantico delle Creature

È singolare che le due più importanti e influenti opere della scienza moderna, i *Principia* di Isaac Newton e *L'origine delle specie* di Charles Darwin, abbiano avuto una gestazione parallela. Entrambe descrivono infatti ricerche che i loro autori avevano iniziato una ventina d'anni prima della pubblicazione: nel 1664 il primo, e nel 1837 il secondo. Entrambe furono stimolate dall'incitamento di colleghi che si assunsero il ruolo di levatrici intellettuali: l'astronomo Edmond Halley per il primo, il geologo Charles Lyell per il secondo. Ed entrambe furono composte in tre anni di esplosione creativa: tra il 1684 e il 1687 la prima, tra il 1856 e il 1859 la seconda.

Mentre però i *Principia* furono pubblicati come Newton li pianificò, *L'origine delle specie* subì una drastica riduzione a causa di un evento fortuito. Darwin stava infatti tranquillamente componendo un'opera intitolata *La selezione naturale,* che secondo la sua *Autobiografia* era destinata ad avere «un'ampiezza tre o quattro volte superiore a quella adottata nella stesura definitiva, ed era tuttavia solo un compendio del materiale raccolto», quando ricevette nell'estate del 1858 dall'arcipelago malese un saggio di Alfred Wallace, *Sulla tendenza delle varietà a distaccarsi indefinitamente dal tipo originale*, in cui si esponeva una teoria identica alla sua.

Darwin scrisse dunque in fretta e furia un *Estratto da un'opera inedita sull'origine delle specie,* che fu pubblicato quello stesso anno insieme al saggio di Wallace negli *Atti della Società Linnea*, e ricevette un'unica recensione, quella del perspicace reverendo Samuel Haughton di Dublino (noto in quanto propugnatore dell'impiccagione come metodo umano di esecuzione), che pontificò: «Tutto ciò che vi si dice di nuovo è falso, e tutto ciò che è vero è vecchio». Con un ulteriore sforzo di tredici mesi e dieci giorni, Darwin produsse poi la versione «ridotta» del suo lavoro, che è pur sempre il tomone di 500 pagine che conosciamo, la cui prima edizione di 1.250 copie andò immediatamente esaurita il primo giorno di pubblicazione.

Rispondendo a coloro che, col senno di poi, dicevano che il successo del libro dimostrava che «l'argomento era nell'aria e le menti erano preparate a riceverlo», Darwin obiettò che non era del tutto vero, visto che perfino lo stesso Lyell «ascoltava con interesse, ma non era mai d'accordo». In effetti, a metà Ottocento la concezione dominante in biologia era ancora quella *creazionista* e *fissista,* secondo cui ciascuna specie era stata creata da Dio e rimaneva immutabile nel tempo. E anche gli avanguardisti che, come Lyell in geologia o Lamarck in biologia, avevano ormai superato il fissismo in favore di qualche forma di evoluzionismo, rimanevano comunque *finalisti* e pensavano in termini di progresso pianificato, invece che di sviluppo fortuito.

La teoria evoluzionista che Darwin propose nei primi cinque capitoli de *L'origine delle specie* per risolvere il «mistero dei misteri» della biologia è invece basata su un meccanismo che combina casualità e determinismo, come farà in seguito anche la meccanica quantistica.

La casualità interviene nelle *variazioni ereditarie* che producono i cambiamenti generazionali degli individui di una data specie. Su queste variazioni Darwin non si azzarda a fingere ipotesi, come già non si era azzardato a farlo Newton per la gravitazione: si limita invece a dire che esse «sono dovute a cause che ignoriamo completamente», e la loro natura sarà spiegata soltanto dalla genetica mendeliana.

Il determinismo è dato invece dal processo di selezione di queste variazioni, di cui Darwin individua tre tipi. Il primo e più ovvio è la *selezione artificiale,* praticata da tempo immemorabile da coltivatori e allevatori per ottenere specie vegetali o animali con determinate caratteristiche, e oggi sfociata nella produzione degli OGM («organismi geneticamente modificati», appunto). Darwin analizza in particolare i colombi domestici, e arriva alla conclusione che tutti sono derivati da un'unica specie comune, mediante un lungo processo di accumulazione pilotata dall'uomo di piccole variazioni fornite dalla natura. Ovvero, «la natura propone e l'uomo dispone».

Una volta individuato questo meccanismo artificiale, Darwin immagina che esso possa essere lo stesso usato dalla natura per la formazione di tutte le specie. Egli arriva così per analogia alla *selezione naturale,* che agisce in base a un criterio utilitaristico di conservazione delle variazioni utili ed eliminazione di quelle inutili, condensato nel famoso motto coniato dal filosofo Herbert Spencer: «La sopravvivenza del più adatto nella lotta per la vita».

Ma «più adatto» dal punto di vista dell'adattabilità non significa «migliore» in senso assoluto: se non altro perché, quando le condizioni cambiano, chi era adatto prima può cessare di esserlo dopo. Non significa, però, nemmeno qualcosa di tautologicamente relativo, come nell'espressione «la sopravvivenza del sopravvissuto» usata a volte dai denigratori del darwinismo.

In pratica, «più adatto» significa spesso «più differenziato e specializzato», e dunque «più complesso», anche se questo non impedisce a specie meno evolute di essere perfettamente adattate e sopravvivere: soprattutto in condizioni relativamente semplici, dove un'organizzazione elevata può risultare inutile o, addirittura, dannosa.

La lotta per la vita avviene ovviamente non soltanto fra specie diverse, ma anche e soprattutto fra individui (o varietà) di una stessa specie che competono per le stesse risorse nello stesso ambiente. Una particolare forma di questa lotta è la competizione sessuale fra individui di un sesso per accaparrarsi i favori dell'altro: in questo caso è all'opera un meccanismo di *selezione sessuale* delle caratteristiche dell'individuo che lo avvantaggiano nella conquista di un partner, a volte anche a costo di svantaggiarlo in altri modi. L'esempio archetipico è la coda del pavone, ma Darwin ne fornisce una descrizione enciclopedica per tutte le classi del regno animale (insetti, pesci, anfibi, rettili, uccelli e mammiferi) nella seconda parte de *L'origine dell'uomo,* che prende due terzi del libro e costituisce in realtà un secondo volume de *L'origine delle specie.*

Una volta selezionata una variazione, l'isolamento in una regione ad essa favorevole degli individui modificati tenderà a fissarla, e l'effetto cumulativo di più variazioni tenderà a produrre specie diverse, in un lento processo bidimensionale di diversificazione orizzontale nello spazio e sviluppo verticale nel tempo. Dopo vari tentativi, illustrati da Horst Bredekamp in *I coralli di Darwin* e passanti appunto attraverso la metafora del corallo, Darwin arrivò a descrivere questo duplice processo

mediante la metafora ormai classica dell'*albero della vita*, le cui foglie rappresentano le specie viventi, e il tronco e i rami secchi i percorsi evolutivi estinti.

I rimanenti nove capitoli de *L'origine delle specie*, più di metà dell'opera, sono il risultato dell'ammirevole metodo di lavoro che Darwin così descrisse nell'*Autobiografia*:

> Per molti anni avevo seguito l'ottima regola di annotare subito e senza fallo tutto ciò che era contrario ai risultati generali della mia teoria: fosse un fatto, una nuova osservazione o un pensiero che mi capitava di leggere. Perché avevo imparato per esperienza che i fatti e i pensieri contrari tendono a sfuggire dalla memoria più facilmente di quelli favorevoli. Per questa abitudine poche furono le obiezioni alla mia teoria che già non avessi considerato e a cui non avessi cercato di dare risposta.

Ed effettivamente succede ancor oggi che le obiezioni al darwinismo che i detrattori immaginano essere delle loro astute pensate, siano già affrontate e risolte nel libro di Darwin, che essi naturalmente si guardano bene dal leggere, per evitare di essere influenzati nei loro pregiudizi. Le più popolari di tali obiezioni vertono sugli organi *complessi* da un lato, e sui cosiddetti *anelli mancanti* dall'altro.

L'esempio più tipico di organo complesso è l'occhio, e lo stesso Darwin ammette che una sua formazione per selezione naturale a prima vista «sembra del tutto assurda». Ma poi nota che esiste un'ampia gradazione di struttura ottica negli animali inferiori, e che ciascuna innovazione può rappresentare un vantaggio per l'organismo, ed essere dunque degna di venir selezionata. E che si tratti di selezione, e non di progetto, è provato dalle travi che stanno nell'occhio: come disse Hermann von Helmholtz, citato da Darwin in *L'origine dell'uomo*, «se un ottico ci vendesse uno strumento tanto imperfetto, saremmo giustificati a riportarglielo indietro».

Il problema degli anelli mancanti riguarda invece la ricostruzione dei rami e del tronco dell'albero della vita. Darwin nota che la paleontologia può fornire soltanto una parte del materiale, sia perché le testimonianze fossili non possono essere complete, sia perché le forme di transizione sono per loro natura poco numerose e poco longeve, e dunque tendono a lasciare poche tracce: il che non impedì la scoperta del dinosauro-uccello *Archaeopteryx* già nel 1860, dell'uomo-scimmia *Pithecanthropus erectus* nel 1891, e di innumerevoli altri tasselli in seguito.

Ma soprattutto Darwin notò che la ricostruzione dell'albero si può affrontare anche a partire dalle foglie, cioè dallo studio delle specie oggi esistenti, mediante la biogeografia, la morfologia, l'anatomia, l'embriologia e, oggi, la genetica comparate. Naturalmente, evitando l'errore ingenuo e diffuso di credere che l'anello mancante tra due specie appartenenti a rami diversi debba essere una forma intermedia tra esse, invece che un punto di diramazione dei rispettivi rami, sostanzialmente diverso da entrambe. Usando tutti questi mezzi è stato possibile ricostruire un dettagliato albero genealogico di molte specie vegetali e animali, che comprende vari ramoscelli di preominidi, ominidi e uomini, e confermare la correttezza della grandiosa visione annunciata da Darwin nella conclusione de *L'origine delle specie:* che «tutti gli animali e le piante derivano da un unico progenitore», e che «da un così semplice inizio innumerevoli forme, bellissime e meravigliose, si sono evolute e continuano a evolversi».

7.
Si evolva l’uomo

Come narra nella sua *Autobiografia*, e ripete nell’introduzione de *L’origine dell’uomo*, Darwin comprese fin dagli inizi che la sua teoria dell’evoluzione per selezione naturale avrebbe avuto grandi ripercussioni:

> Non appena mi convinsi, nel 1837 o ’38, che le specie erano mutabili, non potei fare a meno di credere che l’uomo dovesse essere regolato dalla stessa legge. Perciò presi appunti su questo problema per mia personale soddisfazione, ma senza alcuna intenzione di pubblicarli, perché pensavo che altrimenti avrei solo aggiunto pregiudizi contro le mie opinioni. Per evitare che mi si potesse accusare di aver voluto nascondere il mio pensiero, però, ne *L’origine delle specie* ho ritenuto opportuno aggiungere che con quest’opera «è probabile che sarà fatta luce sull’origine dell’uomo e sulla sua storia».

Un vero capolavoro di *understatement* inglese, quest’ultima frasetta che Darwin lasciò cadere in conclusione al suo capolavoro, e che fa venire in mente quella altrettanto memorabile posta da James Watson e Francis Crick a conclusione del loro saggio sulla doppia elica in *Nature* del 25 aprile 1953: «Non è sfuggito alla nostra attenzione che lo specifico accoppiamento [delle basi del DNA] che abbiamo postulato suggerisce immediatamente un possibile meccanismo di copiatura del materiale genetico».

«Ma», continua la storia di Darwin, «quando vidi che molti naturalisti accettavano completamente la dottrina dell’evoluzione delle specie, mi sembrò opportuno sviluppare i miei appunti»: il risultato furono *L’origine dell’uomo e la selezione sessuale* nel 1871 e *L’espressione delle emozioni nell’uomo e negli animali* nel 1872, due opere che costituiscono un tutto unico (la seconda essendo soltanto un capitolo scorporato dalla prima per la sua lunghezza) e completano un’ideale trilogia con *L’origine delle specie* del 1859.

Darwin inizia col fornire un argomento di plausibilità per il suo progetto di storia evolutiva dell’umanità, esibendo una miriade di argomenti ed esempi volti a dimostrare che *l’uomo è simile agli animali, e gli animali sono simili all’uomo.* In particolare, esso condivide con le scimmie antropomorfe la struttura fisica, la composizione dei tessuti e l’apparato riproduttivo (oltre che, come sappiamo oggi, il 98 per cento del patrimonio genetico dello scimpanzé). E, più in generale, lo accomunano ai vertebrati lo sviluppo embrionale e una serie di organi rudimentali: ad esempio, il coccige da codato, l’appendice da erbivoro, i canini da predatore, e i muscoli per aggrottare la fronte o muovere le orecchie di molti animali inferiori.

Una volta stabilita l’animalità dell’uomo, Darwin può passare ad applicargli la teoria sviluppata ne *L’origine delle specie*, per determinare come la lotta per l’esistenza e la selezione naturale abbiano isolato le caratteristiche che hanno permesso all’uomo di differenziarsi dalle scimmie antropomorfe prima, e dagli umanoidi poi. Le tappe principali di questa «genealogia di prodigiosa lunghezza, ma

non di nobile qualità» sono l'acquisizione della postura eretta, l'appiattimento del piede, il perfezionamento della mano, l'allargamento dell'osso pelvico, l'incurvamento della spina dorsale, il ridimensionamento delle mascelle e dei canini, l'aumento del peso del cervello e delle dimensioni del cranio.

E naturalmente lo sviluppo delle qualità mentali umane, che però differiscono anch'esse solo quantitativamente da quelle dei mammiferi superiori. Più specificamente, così è per le sensazioni, gli istinti, le emozioni, i sentimenti, gli affetti, la memoria, l'attenzione, l'immaginazione, il linguaggio e la ragione: tutti aspetti che si sono evoluti in vari gradi nella filogenesi di varie specie animali, e che si evolvono per gradi anche nell'ontogenesi di quella umana. Con le sue osservazioni Darwin smantella dunque il mito della nostra supposta singolarità rispetto agli animali, e arriva ad affermare che «se non fosse stato l'uomo a classificare se stesso, nessuno avrebbe mai pensato di creare per lui un nuovo ordine per collocarvelo».

Non c'è più spazio, dopo una tale analisi, per l'illusione che siamo creati a immagine di Dio, ma ce n'è ancora per affrontare gli aspetti evolutivi della religione, intesa come «credenza in agenti invisibili o spirituali». Darwin nota infatti che sono stati probabilmente i sogni a generare l'idea degli spiriti nei selvaggi: dalla credenza in essi alla fede in una o più divinità il passo è breve, una volta che si attribuiscano agli spiriti «le stesse passioni, lo stesso amore per la vendetta o le più semplici forme di giustizia, e gli stessi sentimenti» che hanno gli uomini. E se per la devozione religiosa sono probabilmente necessarie facoltà mentali sviluppate, se ne può comunque trovare una forma rudimentale «nel profondo amore di un cane per il suo padrone, associato con la completa sottomissione, la paura, e forse altri sentimenti».

E non solo i cani, ma «qualsiasi animale dotato di istinti sociali ben marcati acquisterebbe inevitabilmente un senso morale o una coscienza, non appena i suoi poteri mentali fossero divenuti tanto sviluppati, o quasi altrettanto, che nell'uomo». Sono infatti gli istinti sociali a generare il senso morale, in origine ristretto a proibire all'interno della tribù azioni quali l'omicidio, il furto o il tradimento, che se praticate liberamente le impedirebbero di mantenersi unita, ma che non sollevano obiezioni se praticate invece verso i nemici, o anche solo gli estranei.

Giunti così alle soglie della formazione della società, è inevitabile che le considerazioni sociobiologiche di Darwin su «l'influenza della selezione naturale nelle nazioni civili» vadano a sfociare in quello che non a caso in seguito è stato chiamato *darwinismo sociale:* ossia, l'ovvia constatazione che *l'evoluzione culturale ha preso altre strade dall'evoluzione naturale.*

Ad esempio, egli nota che «nell'allevamento di animali domestici l'eliminazione di quegli individui, per quanto scarsi, che in qualche modo sono inferiori, è un elemento non trascurabile per il successo». O che, «eccettuato il caso dell'uomo, è raro che qualcuno sia così ignorante da permettere che i propri peggiori animali si riproducano». O che «i figli dei ricchi hanno un vantaggio su quelli dei poveri nella corsa al successo, indipendentemente dalla superiorità fisica o mentale». O che «nell'eterna lotta per l'esistenza è la razza inferiore e meno favorita che ha prevalso, e non per le sue buone qualità ma per i suoi difetti»: anche grazie all'azione della Chiesa nel Medioevo, che ha sistematicamente impedito agli spiriti migliori di riprodursi, o arruolandoli e imponendo loro la castità, o mandandoli al rogo come

eretici (il contrario di ciò che hanno fatto gli Stati Uniti, accogliendoli e facendoli riprodurre).

Quanto alla classificazione della specie dell'uomo moderno (*Homo sapiens*), guardando all'albero genealogico dei primati Darwin nota che essa appartiene: alla superfamiglia delle scimmie antropomorfe (*Hominoidea*); alla famiglia degli ominidi (*Hominidae*), che comprende anche l'orango; alla sottofamiglia degli ominini (*Homininae*), che comprende anche i gorilla e gli scimpanzé; e al genere uomo (*Homo*). Egli deduce che «qualche antico membro della sottofamiglia deve aver dato origine all'uomo», intuendo correttamente che «è alquanto probabile che i nostri primi progenitori abitassero sul continente africano», e spingendosi fino a immaginarseli «coperti di pelo, con le orecchie a punta e la coda, i piedi prensili e i denti canini». E ci invita a «non chiudere ostinatamente gli occhi, bensì ammettere la nostra nascita e non vergognarcene».

Lo stesso monito avrebbe potuto lanciarlo anche a proposito della diversità umana, e del suo capitolo sulla *razza*. Un termine, questo, che per motivi politici anche comprensibili oggi è diventato tabù e viene rigorosamente riservato agli animali domestici, preferendo per gli uomini il più neutro «popolazione»: ironicamente, visto che lo stesso Darwin afferma che «da parecchi punti di vista si può paragonare l'uomo agli animali che sono stati addomesticati da lungo tempo». La terminologia non cancella comunque il fatto che «le varie razze differiscono molto fra di loro, nella struttura e nella costituzione»: talmente tanto, che Darwin si domanda se esse non costituiscano addirittura *specie* distinte.

La sua risposta è negativa, e si basa sul fatto che «le razze umane si mutano gradualmente l'una nell'altra, in molti casi indipendentemente dal fatto di essersi incrociate»: così facendo egli anticipa il moderno concetto genetico di *variazione clinale o geografica*, cioè di cambiamento graduale delle caratteristiche morfologiche (quali il rapporto fra volume e superficie, o il colore della pelle) all'interno di una stessa area geografica, dovuta al cambiamento dei fattori ambientali e climatici (quali la temperatura o l'esposizione solare).

In fondo, però, per Darwin si tratta solo di terminologia. Già ne *L'origine delle specie* egli aveva infatti dedicato un intero capitolo (il secondo) a discutere i concetti di specie e varietà (o razza), arrivando a sfumare l'uno nell'altro: considerando cioè le varietà come «specie nascenti» e le specie come «varietà differenziate e stabili», e notando che le specie proteiche o poliformi sono estremamente variabili.

Questo è appunto il caso nell'uomo, molto più che nella maggior parte dei quadrimani, e il vero problema per Darwin è spiegare la causa di questa variabilità. La sua risposta è la selezione sessuale, alla quale egli attribuisce l'enorme diversità dei fattori secondari non solo negli individui di una stessa razza o dello stesso sesso (ad esempio, nella muscolatura o nei capelli), ma anche fra i generi stessi (ad esempio, la presenza della barba negli uomini e del seno nelle donne: non casualmente, due fattori che si manifestano nello sviluppo solo al momento della pubertà). Testimoniando il ruolo fondamentale svolto dal sesso nella nostra evoluzione, e dunque nella nostra vita, questa enorme diversità ci definisce molto più come *Homo copulans* che *Homo sapiens*, come d'altronde ben si addice a dei discendenti dell'*Homo erectus*.

8.
Credere o non credere?

Benché, come abbiamo già ricordato, *L’origine delle specie* accennasse all’uomo in un’unica fugace frase della *Conclusione*, questo non impedì che tutti capissero immediatamente dove l’evoluzionismo andava a parare.

Il 30 giugno 1860, ad esempio, a meno di un anno dalla pubblicazione dell’opera, si tenne a Londra un famoso dibattito tra il biologo Thomas Huxley (poi soprannominato «il mastino di Darwin») e il vescovo Samuel Wilberforce, in cui il secondo domandò «spiritosamente» al primo se riteneva di discendere da una scimmia da parte di nonna o di nonno, ma dovette incassare la seguente risposta: «Io trovo meno vergognoso discendere da una scimmia che da una persona che usa la propria intelligenza per oscurare la verità».

Le furibonde reazioni scatenate dal darwinismo, tutt’altro che sopite a un secolo e mezzo di distanza, sono comunque ben comprensibili: esso ha infatti rimpiazzato il progetto divino con la casualità naturale, e declassato l’uomo da grandiosa immagine del creatore a modesta varietà della scimmia. Un conflitto sanabile solo col blasfemo sillogismo che diede il titolo a una conferenza citata da Darwin nell’introduzione a *L’origine dell’uomo*, e tenuta dall’italiano Francesco Barrago all’Università di Cagliari nel 1869: *L’uomo, fatto a immagine di Dio, fu fatto anche a immagine della scimmia*...

Sul fronte opposto, il primo ministro inglese Benjamin Disraeli espresse il sentimento popolare di allora, non troppo diverso da quello di ora, dichiarando modestamente: «Darwin sarà anche disceso dalle scimmie, ma io discendo dagli angeli». Ora, che cosa pensasse Darwin delle scimmie è noto, ma lo è meno che cosa pensasse degli angeli e di Dio, benché per saperlo basti leggere il capitolo «Opinioni religiose» della sua *Autobiografia*, nel quale descrive l’evoluzione del suo pensiero al riguardo.

Sui suoi anni giovanili egli commenta che, «pensando ai violenti attacchi che mi hanno rivolto gli ortodossi, sembra ridicolo che un tempo abbia voluto fare il pastore protestante»: un’idea che gli era venuta dal padre, dopo il suo rifiuto di diventare medico, ma che «morì di morte naturale» quand’egli si imbarcò sul *Beagle* alla fine del 1831. A quel tempo, comunque, Darwin era di «un’ortodossia perfetta», tanto che persino gli ufficiali credenti lo prendevano in giro per le sue continue citazioni bibliche.

Ma appena cominciò a pensare all’evoluzione, tra la fine del 1836 e l’inizio del 1838, egli si rese gradualmente conto che la Bibbia «non meritava più fede dei libri sacri degli indù o della credenza di qualsiasi barbaro», e che era impossibile per «un uomo sano di mente credere nei miracoli». Il risultato fu una graduale perdita di fede nella religione cristiana in quanto verità rivelata:

> L’incredulità si insinuò nel mio spirito, e finì per diventare totale. Il suo sviluppo fu tanto lento che non ne soffersi, e da allora non ho mai più avuto alcun dubbio sull’esattezza della mia conclusione. In realtà non posso capire perché ci dovremmo augurare che le promesse del cristianesimo si avverino: perché in tal caso, secondo le parole del Vangelo, gli uomini senza fede come mio padre, mio fratello e quasi tutti i miei amici più cari sarebbero puniti per l’eternità. E questa è un’odiosa dottrina.

Tra parentesi, questo brano fu espunto dalla prima edizione (postuma) dell’*Autobiografia* su esplicita richiesta della bigotta moglie Emma, che lo trovò «troppo crudo»: correttamente, perché esso non lascia scampo alla religiosità istituzionale del cristianesimo. Più sottile è invece il problema di una religiosità elevata ed astratta, ad esempio quella derivata dalla contemplazione della natura, al cui riguardo Darwin nota:

> Le condizioni di spirito che un tempo le grandi visioni naturali risvegliavano in me e che erano intimamente connesse con la fede in Dio, non differivano sostanzialmente da ciò che spesso si indica come sentimento del sublime. E ciò, nonostante sia difficile spiegarne la genesi, non può essere preso come prova dell’esistenza di Dio, più di quanto non lo siano i sentimenti analoghi, forti ma indefiniti, suscitati dalla musica.

L’argomento teologico più popolare agli inizi dell’Ottocento era però quello proposto da William Paley nella *Teologia naturale* del 1802, che faceva appello all’ordine della natura: sostanzialmente, argomentava il vescovo, come l’osservazione di un orologio rimanda a un orologiaio, così l’osservazione del creato rimanda a un creatore. Ma benché il giovane studente Darwin avesse tratto dalla lettura dell’opera di Paley «tanto piacere quanto da Euclide», l’adulto scienziato fu ben conscio che la sua teoria aveva dato il colpo di grazia all’analogia:

> Oggi, dopo la scoperta della legge della selezione naturale, cade il vecchio argomento di un disegno della natura secondo quanto scriveva Paley, argomento che nel passato mi era sembrato decisivo. Un piano che regoli la variabilità degli esseri viventi e l’azione della selezione naturale, non è più evidente di un disegno che predisponga la direzione del vento.

E per Darwin non solo l’osservazione della natura non sembrava fornire argomenti a favore dell’esistenza di Dio, ma ne forniva addirittura di contrari: ad esempio, la presenza del dolore, che invece «concorda bene con l’opinione che tutti gli esseri viventi si siano sviluppati attraverso la variazione e la selezione naturale».

E fu proprio il dolore per la prematura scomparsa della figlia Annie, il 23 aprile 1851, a convincere Darwin ad abbandonare la pratica religiosa: da quel momento, cessò di andare in chiesa. Ma, nonostante tutto, fino al tempo in cui scrisse *L’origine delle specie* egli continuò ad attribuirsi l’appellativo di «teista» a causa della «estrema difficoltà, l’impossibilità quasi, di concepire l’universo come il risultato di un mero caso o di una cieca necessità».

Solo «in seguito, dopo molti alti e bassi, questa conclusione si è gradualmente indebolita», dirà in un'aggiunta all'*Autobiografia*. E in una lettera del 1879, a tre anni dalla morte, a un corrispondente che gli chiedeva la sua posizione nei confronti della religione egli scriveva:

> Il mio giudizio è spesso fluttuante, ma anche nelle mie fluttuazioni più estreme non sono mai stato un ateo, nel senso di negare l'esistenza di Dio. Mi pare che generalmente (e tanto più quanto più invecchio), ma non sempre, la miglior definizione del mio pensiero sarebbe: agnostico.

Tra parentesi, il termine agnosticismo, «non conoscibilità», era stato coniato da poco, nel 1869, dal già citato Huxley, in opposizione allo gnosticismo di un tempo, «che pretendeva di sapere così tanto sulle cose di cui siamo ignoranti».

L'agnosticismo di Darwin, ribadito nell'*Autobiografia*, risultava più congeniale anche al suo disimpegno nei confronti dell'anticlericalismo, testimoniato da una lettera del 13 ottobre 1880 a Edward Aveling, che aveva cercato di coinvolgerlo in un'iniziativa per una Biblioteca Internazionale della Scienza e del Libero Pensiero:

> Benché io sia un fervido sostenitore della libertà di opinioni in ogni argomento, mi sembra (a torto o a ragione) che attacchi diretti contro il cristianesimo e il teismo abbiano assai scarso effetto sul pubblico, e che la libertà di pensiero possa meglio promuoversi con quella illuminazione graduale dell'intelletto umano che consegue al progresso delle scienze. Perciò ho sempre evitato di scrivere sulla religione, e mi sono limitato alla scienza.

Ma come da un lato l'educazione scientifica può avere un effetto positivo e antireligioso, così dall'altro lato l'educazione religiosa può sortire un complementare effetto negativo e antiscientifico. Lo conferma un passo dell'*Autobiografia*, in cui si può leggere una chiara allusione al *Genesi:*

> Non dobbiamo trascurare la probabilità che il costante inculcare la credenza in Dio nelle menti dei bambini possa produrre un effetto così forte e duraturo sui loro cervelli non ancora completamente sviluppati, da diventare per loro tanto difficile sbarazzarsene, quanto per una scimmia disfarsi della sua istintiva paura o ripugnanza del serpente.

Anche questo brano fu censurato dalla moglie Emma, «per non dare un dolore ai suoi amici religiosi», ma Darwin forse non l'avrebbe criticata: come racconta egli stesso, infatti, prima di fidanzarsi il padre gli aveva consigliato di «tenere accuratamente celati i dubbi, perché sapeva per esperienza che potevano essere causa di grande infelicità fra i coniugi». Ovvero, si può tradire non solo avendo un'amante, ma anche non avendo Dio, e se la moglie è bigotta se lo merita in entrambi i casi.

9.
Il rivale di Darwin

La storia della scienza è costellata di dispute di priorità, che spesso hanno esibito il lato «umano, troppo umano» degli scienziati: basta ricordare, ad esempio, le diatribe tra Cardano e Tartaglia sulla formula risolutiva dell'equazione di terzo grado, Fermat e Cartesio sul metodo delle tangenti, Newton e Leibniz sul calcolo infinitesimale, Newton e Hooke sulla legge di gravitazione universale, i due fratelli Jakob e Johann Bernoulli sulla brachistocrona, Gauss e Legendre sul metodo dei minimi quadrati...

Costituisce dunque più una piacevole eccezione che la regola il fatto che tra Charles Darwin e Alfred Wallace non ci siano mai stati screzi a proposito della teoria dell'evoluzione. Benché il secondo fosse arrivato indipendentemente alla sua formulazione, egli accettò infatti di buon grado la priorità del primo e si accontentò dell'onore della condivisione, coniando addirittura il termine *darwinismo* in un omonimo libro del 1889. Viceversa, il primo rese omaggio al secondo in *L'origine dell'uomo*, attribuendogli «il genio innato di risolvere le difficoltà».

È comunque riduttivo descrivere Wallace come *L'uomo che gettò nel panico Darwin*, come fa il titolo della peraltro completa e affascinante antologia di suoi scritti curata da Federico Focher. Quelle stesse pagine mostrano infatti che c'è molto di più nella vita e nelle opere di Wallace, oltre alla (ri)scoperta della teoria dell'evoluzione: in particolare, ci sono almeno l'enunciazione della *legge di Sarawak* sull'origine spazio-temporale delle specie, la determinazione della *linea di Wallace* che separa la fauna tropicale indiana da quella australiana nell'arcipelago malese, e il primo sviluppo sistematico della *biogeografia.*

Come racconta egli stesso nella sua autobiografia del 1905, *La mia vita*, i due eventi cruciali della formazione di Wallace furono l'incontro con Henry Bates e la lettura di Malthus. Agli inizi solo il primo ebbe però un effetto immediato: i due amici, ispirati fra l'altro dalla lettura del *Viaggio di un naturalista attorno al mondo* di Darwin, progettarono infatti una spedizione in Amazzonia da finanziare con la raccolta di esemplari rari di insetti e farfalle da vendere ai collezionisti, e partirono il 20 aprile 1848 da Liverpool per approdare un mese dopo a Belém.

Dopo qualche mese di coabitazione, i due si separarono. Bates si dedicò al Rio delle Amazzoni, rimanendovi undici anni e scoprendo in particolare il cosiddetto *mimetismo batesiano*: l'imitazione, cioè, da parte di una specie innocua (come i sirfidi, che non hanno pungiglione) dei segnali caratteristici di una specie pericolosa (come le strisce gialle e nere delle vespe o delle api). Wallace si dedicò invece al Rio Negro, e tornò dopo quattro anni: senza esemplari, però, perché la nave fece naufragio e lui perse tutto eccetto i ricordi, che pubblicò nel 1853 nel *Racconto di viaggio sulle Amazzoni e il Rio Negro*.

Benché nei dieci giorni alla deriva e nei settanta del viaggio di ritorno egli si fosse ripromesso di non reimbarcarsi mai più, due anni dopo era di nuovo in partenza:

questa volta per l'arcipelago malese, dove rimase otto anni, e in cui studiò in particolare gli oranghi (un nome derivato dal malese *orang-utan*, «uomo della foresta») e gli uccelli del paradiso, descrivendo il tutto nel 1869 nel suo capolavoro *L'arcipelago malese.* E fu lì che egli trovò gradualmente il bandolo della matassa di quel problema dell'origine delle specie che già prima di partire per l'Amazzonia aveva identificato, in una lettera a Bates, come uno degli scopi del suo primo viaggio.

Il primo passo fu compiuto nel saggio del 1855 *Sulla legge che ha regolato l'introduzione di nuove specie*, nel quale è enunciata la già citata legge di Sarawak (dal nome della provincia in cui Wallace era ospite del «raja bianco» James Brooke, che ispirò il personaggio omonimo del ciclo di Sandokan di Emilio Salgari): «ogni specie ha avuto un'origine coincidente, sia nello spazio che nel tempo, con una specie preesistente strettamente affine», e dunque «la successione naturale delle affinità rappresenta anche l'ordine secondo il quale le varie specie sono venute alla luce». In particolare, secondo la metafora dell'*albero della vita* che sarebbe stata usata anche da Darwin, «si è creata una complicata ramificazione delle linee di affinità, tanto intricata quanto i rametti di una quercia nodosa o il sistema vascolare del corpo umano».

Wallace era conscio di due fatti cruciali. Da un lato, che il saggio conteneva «solamente una teoria del cambiamento graduale, e non una teoria del progresso». Dall'altro lato, che in ogni caso si trattava «soltanto dell'annuncio di una teoria, non del suo sviluppo».

La chiarezza delle sue idee e la persuasività delle sue argomentazioni fecero vacillare la posizione fissista di Lyell, ma non furono sufficienti a spingere Darwin a rivelargli di aver già trovato la soluzione dell'enigma: ancora nel gennaio del 1858 Wallace scriveva infatti a Bates che «la grande opera che Darwin sta preparando, e per la quale raccoglie materiale da vent'anni, potrebbe risparmiarmi la fatica di aggiungere altro sulla mia ipotesi, oppure potrebbe mettermi nei guai arrivando a un'altra conclusione».

Un mese dopo, nel febbraio del 1858, Wallace risolse il problema da solo, in un momento di illuminazione così rievocato nell'autobiografia:

> A quel tempo soffrivo di un grave attacco di febbri intermittenti e tutti i giorni, durante gli accessi di brividi e le successive vampate di calore, dovevo stare sdraiato per diverse ore, senza poter far altro che pensare agli argomenti che allora più mi interessavano.
>
> Un giorno qualcosa fece riaffiorare alla mia memoria il *Saggio sul principio di popolazione* di Malthus che avevo letto circa vent'anni prima. Pensai alla sua chiara esposizione dei «freni positivi alla crescita»: malattia, incidenti, guerra e carestia, che limitano la popolazione. E mi venne in mente che le stesse cause, o cause analoghe, agiscono in continuazione anche nel mondo animale.
>
> Mi posi la domanda: perché alcuni muoiono, e altri vivono? La risposta ovviamente era che, nel complesso, vivono i meglio adattati. Allora mi venne l'illuminazione: questo processo automatico doveva necessariamente migliorare la razza, perché in ogni generazione gli individui peggiori verrebbero inevitabilmente eliminati e resterebbero i migliori. In altre parole, sopravvivrebbero i più adatti.

Quella stessa sera, appena calata la febbre, Wallace scrisse il famoso saggio *Sulla tendenza delle varietà a divergere indefinitamente dal tipo originale*. Due giorni dopo lo spedì a Darwin, che lo ricevette il 18 giugno 1858 e vi trovò esposta una teoria identica alla sua: l'unica differenza, scrisse poi a Lyell, era che lui vi era arrivato «considerando gli effetti della selezione artificiale sugli animali domestici», mentre Wallace vedeva allora in quest'ultima non un processo analogo alla selezione naturale, ma soltanto una sua debole imitazione incapace di modificare radicalmente una specie, proprio a causa dell'azione di contrasto esercitata dalla selezione naturale.

Darwin inviò il saggio di Wallace a Lyell, parlando di una «coincidenza impressionante» col suo lavoro, di cui «non si sarebbe potuto fare un riassunto migliore». Fortunatamente per lui, nel settembre 1857 egli aveva scritto una lunga lettera al botanico Asa Gray esponendogli i punti salienti delle sue ricerche, e Lyell propose di pubblicarla insieme al saggio di Wallace: i due lavori furono presentati alla Società Linnea il 1° luglio 1858, il giorno stesso in cui Darwin seppelliva il figlio Charles morto di scarlattina a diciotto mesi.

Wallace accettò di buon grado la situazione, riconoscendo che in fondo solo «un caso fortunato» gli aveva permesso di condividere ufficialmente con Darwin un'idea alla quale essi avevano dedicato, rispettivamente, «una settimana contro vent'anni». E tornò al suo interesse principale, che era la biogeografia, pubblicando nell'estate del 1859 il saggio *Zoogeografia dell'arcipelago malese*, in cui individuava il confine che separa le regioni zoologiche australiana (Nuova Guinea, Molucche, Celebes) e indiana (Bali, Borneo, Giava, Sumatra), nonostante la loro sostanziale identità climatica e geologica. In seguito estenderà la sua attenzione all'intero globo, in ricerche compendiate nella sua opera principale, *La distribuzione geografica degli animali* del 1876, e analizzate da Alfredo Bueno Hernández e Jorge Llorente Bousquets in *L'evoluzione di un evoluzionista*.

A offuscare la sua fama scientifica rimane però un saggio del 1869 su *I limiti della selezione naturale applicata all'uomo*, in cui Wallace sosteneva che «un'intelligenza superiore ha guidato lo sviluppo dell'uomo in una ben precisa direzione e per uno scopo speciale, esattamente come l'uomo governa lo sviluppo di molte forme animali e vegetali». Darwin ne fu inorridito, e gli scrisse: «Se non me lo aveste detto, avrei pensato che quelle frasi le avesse aggiunte qualcun altro», chiosando: «Spero che non abbiate del tutto assassinato la vostra e mia creatura».

In realtà Wallace fece anche di peggio, prendendo apertamente posizione a favore dello spiritismo e dei fenomeni paranormali, e scrivendo nel 1885 un pamphlet in cui accusava la vaccinazione di essere «inutile e dannosa». Nonostante le sue sbandate irrazionaliste, non arrivò comunque mai al punto di apprezzare la religione, e rimase sempre un sostenitore del socialismo ideale e della nazionalizzazione della terra, dedicando all'impegno sociale una parte apprezzabile della sua lunga, avventurosa e intensa vita.

10.
La formula dell’evoluzionismo

Nel suo libro *Perché io credo in Colui che ha fatto il mondo* (Saggiatore, 1999), il fisico Antonino Zichichi dismette la teoria biologica dell’evoluzione come non scientifica, in quanto non espressa da un’equazione. Tra le tante critiche che le sono state rivolte nel secolo e mezzo che ci separa dalla pubblicazione de *L’origine delle specie,* questa è veramente una delle più disinformate: come abbiamo già accennato, la matematica dell’evoluzionismo esiste infatti da un secolo esatto, visto che fu trovata indipendentemente nel 1908 da Godfrey Hardy e Wilhelm Weinberg, da cui il nome di *legge di Hardy e Weinberg* con cui è (o dovrebbe essere) conosciuta.

La storia inizia più di quarant’anni prima, quando l’abate boemo Gregor Mendel scoprì le *leggi dell’ereditarietà* grazie alla combinazione di due fattori: l’audacia di studiare le singole componenti del patrimonio ereditario, invece che la sua interezza, e la fortuna di sperimentare con una pianta particolarmente adatta allo scopo, a causa delle sue caratteristiche. Per una decina d’anni Mendel lavorò invano su varie piante, dalla zucca al melo, e solo nel 1865 si dedicò ai piselli, imbattendosi finalmente in una specie con caratteri facilmente riconoscibili, impollinazione difficilmente contaminabile e ibridi pienamente fecondi.

Mendel incrociò varietà con caratteri contrapposti, quali il seme liscio o rugoso, il baccello verde o giallo, il fiore ascellare o terminale, la pianta alta o bassa, e scoprì che in nessun caso si ottenevano incroci con caratteri intermedi. Piuttosto, i caratteri originari venivano trasmessi invariati, e si distribuivano sempre in proporzione di tre a uno: Mendel chiamò *dominanti* i più frequenti, e *recessivi* gli altri.

Fece poi riprodurre per autofecondazione ciascuno degli ibridi, e scoprì che i caratteri recessivi ricomparivano dopo essere scomparsi: cioè, le piante che possedevano un carattere dominante potevano comunque dar origine a una discendenza che possedeva il carattere recessivo. Più precisamente, delle tre varietà di ibridi che possedevano il carattere dominante, una generava solo piante con quello stesso carattere, e le altre due si comportavano come la varietà originaria, generando cioè tre quarti di piante con il carattere dominante, e un quarto con quello recessivo. L’unica varietà che possedeva il carattere recessivo, invece, generava soltanto piante con quello stesso carattere.

L’ovvia deduzione è che gli ibridi siano distribuiti in tre tipi: un primo quarto del totale possiede solo il carattere dominante, un secondo quarto solo il carattere recessivo, e la rimanente metà li possiede entrambi. La spiegazione più semplice è che nella riproduzione sessuale ciascun genitore sia portatore di due copie dell’informazione genetica relativa a uno stesso carattere, ciascuna delle quali può occorrere in una di due varianti (chiamate tecnicamente *alleli*): una dominante *A*, e l’altra recessiva *a*.

La meiosi separa i due alleli di ciascun genitore, così che metà dei gameti (gli spermatozoi maschili o gli ovuli femminili) ne avranno uno, e metà l'altro. E poiché la fecondazione combina casualmente un gamete maschile e uno femminile, ciascuna delle quattro combinazioni avrà un quarto delle possibilità, semplicemente per le leggi della combinatoria. In particolare, se si incrociano due individui *eterozigoti* (portatori, cioè, di entrambe le varianti *A* e *a*), un quarto della loro prole sarà omozigote dominante (*AA*), un quarto omozigote recessiva (*aa*), e metà di nuovo eterozigote (*Aa* o *aA*, cioè *2Aa*).

Mendel enunciò questi risultati nel *Saggio sugli ibridi vegetali* del 1866, ma essi non ricevettero nessuna attenzione e rimasero nell'oblio fino al 1900, quando furono riscoperti indipendentemente dall'olandese Hugo de Vries, dal tedesco Carl Correns e dall'austriaco Erich von Tschermak.

Nel 1902 George Udny Yule sollevò una possibile obiezione nei confronti del mendelismo: se la prole esprime per tre quarti la variante dominante del carattere (che richiede solo un allele *A*), e per un quarto quella recessiva (che richiede entrambi gli aneli *a*), come mai gli alleli e i caratteri dominanti non aumentano nella popolazione, fino a far scomparire quelli recessivi?

La risposta fu data da Hardy in una lettera a *Science* intitolata *Proporzioni mendeliane in una popolazione mista*, che iniziava modestamente così:

> Sono riluttante a intromettermi in una discussione su un argomento di cui non sono esperto, e mi sarei aspettato che il semplice fatto che voglio far notare fosse familiare ai biologi. Ma alcune osservazioni di Udny Yule suggeriscono che possa valer la pena farlo.

Il semplice fatto era che se i due alleli *A* e *a* sono rispettivamente presenti nei gameti della popolazione nelle percentuali *p* e *q*, allora lo stesso ragionamento di prima mostra che se gli individui si accoppiano in maniera casuale la loro prole sarà monozigote dominante in proporzione p^2, monozigote recessiva in proporzione q^2, ed eterozigote in proporzione $2pq$. Ma allora nei gameti della prole l'allele *A* sarà presente in proporzione $p^2 + pq = p(p + q)$, e l'allele *a* in proporzione $q^2 + pq = q(p + q)$. E poiché $p + q = 1$, le due percentuali sono le stesse di quelle di partenza, cioè *p* e *q*: in altre parole, le percentuali sia dei due alleli, che dei loro genotipi (cioè, degli individui che esibiscono la rispettiva variante del carattere), rimangono costanti di generazione in generazione, indipendentemente dai valori di partenza.

Poiché l'evoluzione avviene quando le cose cambiano, essa è possibile soltanto quando *non* si verificano almeno alcune delle condizioni che portano all'equilibrio di Hardy e Weinberg. Da un lato, tre assunzioni del loro ragionamento sono di natura statistica: gli accoppiamenti devono essere *equiprobabili* e *casuali*, e la popolazione dev'essere *sufficientemente grande* perché valga la legge dei grandi numeri. Dall'altro lato, due ulteriori assunzioni sono di natura fisica: il sistema dev'essere *stabile* e *chiuso*. Ora:

- accoppiamenti non equiprobabili sono tipici della *selezione naturale*, che favorisce la fecondità o la sopravvivenza di alcuni individui rispetto ad altri;

- accoppiamenti non casuali sono invece tipici della *selezione artificiale* imposta dagli allevatori o dai coltivatori, così come della *selezione sessuale* praticata da partner selettivi;
- se la popolazione è piccola si può verificare una *deriva genica*, ad esempio in pochi sopravvissuti da un cataclisma («collo di bottiglia») o in pochi emigrati distaccatisi da un gruppo («effetto del fondatore»);
- instabilità del sistema possono essere provocate da *mutazioni* endogene (copiatura) o esogene (danneggiamento) dei singoli alleli;
- e aperture del sistema vengono prodotte, infine, da flussi *genici* in entrata (immigrazione) o uscita (emigrazione) nella popolazione.

Con buona pace di Zichichi, si ritrovano così matematicamente le condizioni evolutive identificate empiricamente dai biologi, come si addice appunto a ogni buona teoria scientifica.

11.
I signori dei moscerini

«Noioso come una mosca», si dice. Ma se la mosca è la *Drosophila melanogaster*, l'«Amante della rugiada dall'addome nero», così chiamata nel 1823 da Carl Fredrik Fallén, allora l'espressione corretta sarebbe piuttosto «interessante come un moscerino della frutta».

In un'immaginaria *Enciclopedia dell'evoluzionismo*, di cui le opere di Darwin e Wallace costituiscono un ideale primo volume, il secondo si aprirebbe infatti con il capitolo delle ricerche su questo apparentemente insignificante insetto, che hanno svelato molti dei segreti della genetica e portato a una mezza dozzina di premi Nobel, in una saga scientifica narrata da Martin Brookes in *Dio creò la mosca*.

La storia incominciò nel 1900 a Harvard, quando William Castle comprese che il comune moscerino della frutta poteva divenire un utile soggetto di studio perché era piccolo (ce ne stanno centinaia in una bottiglia), fecondo (ogni femmina depone un migliaio di uova in un giorno), non longevo (la sua vita dura solo un mese) ed economico (un po' di frutta avariata nutre molti moscerini per molti giorni).

Pochi anni dopo, nel 1910 alla Columbia, Thomas Morgan fece la prima grande scoperta: partendo da una mutazione spontanea del colore degli occhi di un moscerino, egli arrivò a dimostrare che l'ereditarietà scoperta nel 1866 da Gregor Mendel nel suo studio dei piselli, aveva le proprie basi fisiche in strutture cellulari che erano state osservate nel 1842 nelle piante da Karl von Nägeli e nei vermi da Edouard van Beneden, e alle quali Heinrich von Waldeyer aveva dato nel 1888 il nome di cromosomi, o «corpi colorati», perché esse venivano evidenziate mediante una tecnica di colorazione a base di anilina.

Dopo aver cercato inutilmente di ottenere mutazioni nelle drosofile, sottoponendole a trattamenti estremi quali iniezioni di sostanze varie nelle gonadi, centrifughe ad alta velocità e lunghe permanenze in frigorifero o nel forno, Morgan si accorse un giorno che uno dei moscerini maschi aveva stranamente gli occhi bianchi, invece che rossi come tutti gli altri. L'incrocio della «mosca bianca» con una femmina dagli occhi rossi produsse solo figli e figlie con gli occhi rossi, ma fra i nipoti (non fra le nipoti) gli occhi bianchi ricomparvero, in proporzione di circa uno su quattro: ovvero, tutte le nipoti e metà dei nipoti avevano gli occhi rossi, e l'altra metà dei nipoti gli occhi bianchi.

La spiegazione di Morgan fu che il gene del colore degli occhi doveva stare sul (o, almeno, essere attaccato al) cromosoma *X* che determina, insieme al cromosoma *Y*, il sesso del moscerino, nel senso che i maschi della drosofila hanno una coppia di cromosomi sessuali *XY* e le femmine una coppia *XX* (in altre specie, ad esempio gli uccelli, succede il contrario), ereditati il primo dalla madre e il secondo dal padre.

Più precisamente, la spiegazione di Morgan fu che il motivo per cui nella prima generazione nessun figlio ha gli occhi bianchi, è che tutti hanno ricevuto dalla madre

un gene del colore rosso, e che questo è dominante. Infatti, per ipotesi, il colore degli occhi dei figli è determinato dall'unico gene del colore che sta sul cromosoma *X* mentre il cromosoma *Y* non contiene nessuna informazione al riguardo: dunque, il risultato è rosso. Per le figlie, invece, il colore degli occhi è determinato da entrambi i geni del colore che stanno sui due cromosomi *X* ora, quello della madre è rosso, e quello del padre bianco, e se il risultato è sempre rosso dev'essere perché questo colore è dominante (cioè, si può avere colore bianco solo con *entrambi* i geni per il bianco).

Nella seconda generazione, le cose cambiano. Le femmine continuano tutte ad avere occhi rossi, perché ricevono in ogni caso dal padre il gene del colore rosso che sta sul suo cromosoma *X*. I maschi, invece, hanno il colore determinato dal gene del cromosoma *X* che ricevono dalla madre: ma questa ne aveva due, uno rosso e uno bianco, e dunque metà dei maschi avrà occhi rossi, e metà bianchi. Se invece di incrociare la prima generazione orizzontalmente, solo tra fratelli e sorelle, la si fosse incrociata anche verticalmente, col padre, si sarebbero poi ottenute anche femmine con occhi bianchi.

Questa fu la base della teoria dell'*ereditarietà cromosomica* di Morgan, secondo cui i caratteri di un individuo sono specificati da piccole unità disposte sui cromosomi, chiamate da Hugo de Vries nel 1889 *pangeni*, e da Wilhelm Johannsen nel 1909 *geni* (da *genesis*, «generazione»). Una teoria che Morgan supplementò subito, sempre nel 1910, con il principio della *ricombinazione cromosomica*, secondo cui i cromosomi appaiati si ricombinano mediante un processo di copia e incolla.

Stavolta la cosa fu dedotta dal fatto che una mutazione di un altro gene del cromosoma *X* della drosofila provocava ali rudimentali, ma in maniera indipendente dalle mutazioni del gene del colore degli occhi: si potevano cioè avere entrambe le mutazioni insieme, o ciascuna di esse separatamente. Questo mostrava che il legame fra i geni di un cromosoma non è indissolubile, e Morgan intuì che la maggiore o minore frequenza con cui le mutazioni determinate dai geni di uno stesso cromosoma compaiono appaiate negli individui è una misura di quanto i relativi geni sono vicini o lontani sul cromosoma.

Basandosi su questa intuizione, nel 1911 il diciannovenne studente Alfred Sturtevant fu in grado di disegnare, sembra in una sola notte, una prima *mappa genetica* del cromosoma *X* della drosofila, relativa ai cinque geni fino allora scoperti: un'impresa che lo stesso Morgan definì «uno degli sviluppi più sorprendenti nella storia della biologia».

Un'intuizione complementare, relativa al fatto che mutazioni che non compaiono mai appaiate devono essere determinate da geni appartenenti a cromosomi diversi, permise poi di tracciare le mappe complete dei quattro cromosomi della drosofila, grazie al lavoro collettivo di Morgan e di tre suoi studenti: oltre a Sturtevant, anche Calvin Bridges e Hermann Muller, tutti coautori con lui nel 1915 dello storico libro *Il meccanismo dell'ereditarietà mendeliana*. Per questi lavori Morgan ottenne da solo il premio Nobel per la medicina nel 1933, ma divise il denaro con Sturtevant e Bridges.

Muller invece, dopo aver lasciato la Columbia, scoprì nel 1926 le catastrofiche mutazioni provocate nella drosofila dai raggi X. Diventato un attivista politico, dedito a sensibilizzare l'opinione pubblica sui rischi rappresentati dalle radiazioni, e a

propugnare una sorta di eugenetica che favorisse la selezione dell'intelligenza, emigrò nel 1933 dagli Stati Uniti in Unione Sovietica. Quando si scatenarono le purghe del 1937 riuscì a scappare, ma prima di rientrare in patria si fermò a combattere in Spagna per tre anni, nella guerra civile contro Franco. E nel 1946 vinse il premio Nobel, da solo, per le sue ricerche sui mutanti artificiali della drosofila: un campo che negli ultimi decenni è arrivato a generare chimicamente drosofile mostruose, tipo quelle senza testa, o con zampe al posto delle antenne.

Un mutante che si rivelò particolarmente interessante è il cosiddetto *bithorax*, «bitorace», che ha appunto due toraci e un relativo doppio paio di ali, e che divenne la specialità di Ed Lewis: uno studente di Sturtevant che rappresenta, dunque, la terza generazione dei «drosofiliaci», dopo la prima di Morgan e la seconda di Sturtevant, Bridges e Muller. Lewis scoprì nel 1978 che la malformazione del bitorace è causata da una mutazione di un unico gene, responsabile dell'organizzazione e del coordinamento di una parte dello sviluppo dell'organismo adulto: un *gene di controllo*, dunque, di cui si sono poi trovati vari altri esempi. In particolare, quelli implicati nelle prime fasi dello sviluppo embrionale della drosofila, studiati dai due esponenti della quarta generazione, Christiane Nüsslein-Volhard ed Eric Wieschaus, che nel 1995 hanno vinto il premio Nobel per la medicina insieme a Lewis.

Altri mutanti della drosofila hanno permesso di identificare vari suoi geni associati all'apprendimento e alla memorizzazione: in particolare il gene creb, la cui disattivazione o mutazione impedisce l'acquisizione di memorie a lungo termine, e sembra essere un interruttore molecolare universale presente in tutto il regno animale.

Naturalmente il vero scopo di questo accanimento sul moscerino *Drosophila melanogaster*, così come sulle altre cavie da laboratorio che animano i capitoli successivi dell'ideale *Enciclopedia dell'evoluzionismo*, a partire dal batterio *Escherichia coli* al quale ci rivolgeremo tra poco, è lo studio in piccolo dei meccanismi genetici che regolano la vita degli organismi inferiori, nella speranza di arrivare gradualmente a capire, o carpire, quelli che regolano in grande la vita dell'uomo, allo stesso modo in cui lo studio del moto dei pianeti solari di un paio di secoli fa ci ha portati oggi a formulare teorie plausibili e coerenti sull'origine e lo sviluppo dell'intero cosmo.

12.
Dal batterio all’elefante

Un centinaio di milioni di anni fa un batterio unicellulare, di nome *Escherichia coli*, si staccò dalla *Salmonella* e venne alla luce. Non fu battezzato subito, però, rischiando di finire nel limbo alla sua morte: il suo nome attuale gli fu dato solo nel 1918 in onore di Theodor Escherich, un pediatra tedesco che lo isolò nel 1885 sui pannolini dei bambini, chiamandolo semplicemente *Bacterium coli communis*, «Batterio comune del colon».

Microcosmo. L’Escherichia coli e la nuova scienza della vita di Carl Zimmer narra la storia di questo batterio, di cui ciascuno di noi ospita nell’intestino una colonia di cento miliardi di individui, appartenenti a una trentina di ceppi diversi: un numero che, benché enorme, costituisce comunque solo un millesimo dell’esercito di microbi che occupa il nostro spazio interno e vi combatte le sue battaglie.

L’*Escherichia coli* è però il nostro primo colonizzatore, nel senso letterale di «conquistatore del colon», e ci invade fin dalle prime manipolazioni dell’ostetrica o del ginecologo, o alla prima poppata dal seno della madre. Una volta penetrato si cala nello stomaco, nel cui bagno acido lotta per un paio d’ore, e se sopravvive passa negli intestini e vi si stabilisce, crescendo e moltiplicandosi. Poiché consuma ossigeno e produce anidride carbonica, in pochi giorni modifica l’ambiente e lo rende adatto all’occupazione dei centomila miliardi di microbi che vi si stabilizzano.

Man mano che l’individuo cresce la sua dieta passa gradualmente dal latte, che costituisce il nutrimento primario dell’*Escherichia coli*, a cibi troppo complessi per il sistema digestivo del batterio. Esso è dunque costretto a diventare dipendente da altri organismi e dai loro scarti per la *propria* sopravvivenza, ma ricambia il favore consumando ossigeno e mantenendo l’ambiente adatto alla loro sopravvivenza. Questa mutua cooperazione contribuisce anche al funzionamento del sistema immunitario, calibrando la chimica dell’intestino in modo che i germi patogeni possano essere distrutti, ma i tessuti non vengano danneggiati.

Naturalmente, i batteri non sono confinati all’interno degli organismi: ogni giorno il solo genere umano scarica nell’ambiente una quantità valutabile nell’ordine di mille miliardi di miliardi di *Escherichia coli*, ai quali vanno aggiunti quelli scaricati dagli altri mammiferi e dagli uccelli. Questa immensa popolazione deve lottare per la propria sopravvivenza, e uno dei tanti modi in cui può difendersi è quello di assumere una forma cristallina che gli permette di passare a uno stato stazionario, nel quale è in grado di rimanere anche per anni.

Non bisogna comunque parlare dell’*Escherichia coli* al singolare, come se ce ne fosse un tipo solo: in realtà ce ne sono moltissimi, e non tutti utili o innocui. Il primo tipo dannoso è stato identificato nel 1945 da John Bray come il responsabile della dissenteria bacillare già studiata nel 1897 da Kiyoshi Shiga, da cui ha preso il nome di *Shigella:* esso causa un milione di morti all’anno, in maggioranza bambini, e non è

che un esempio del lato oscuro dell'*Escherichia coli*, che si manifesta in malattie che vanno dalle infezioni intestinali alle meningiti.

Uno degli aspetti positivi dell'*Escherichia coli* sta invece nel fatto che, a partire dagli anni '40, lo studio del suo funzionamento ha permesso di rivelare molti dei segreti della genetica. Una delle prime applicazioni si ebbe quando Edward Tatum lo usò per verificare la validità del motto «un gene - un enzima» per i batteri, dopo averlo già verificato con George Beadle nel 1941 per un fungo chiamato *Neurospora crassa*, noto anche come muffa del pane. Per i loro esperimenti, Tatum e Beadle vinsero il premio Nobel nel 1958, condividendo l'onore con Joshua Lederberg.

Quest'ultimo, quand'ancora era uno studente di Tatum, aveva trovato nel 1946 un modo per verificare che l'*Escherichia coli* si riproduce sessualmente. La sua semplice idea fu di selezionare due mutanti diversi, ciascuno dei quali non era in grado di produrre un particolare tipo di aminoacido, ed era dunque costretto a reperirlo nell'ambiente esterno. Dopo aver immerso i due mutanti in un ambiente in cui erano presenti entrambi i tipi di aminoacidi, Lederberg li lasciò riprodurre, inserì la loro discendenza in un ambiente in cui entrambi i tipi di aminoacidi erano invece assenti, e si accorse che qualche batterio sopravviveva: evidentemente, i sopravvissuti avevano ereditato da entrambi i ceppi la capacità di produrre ciascuno dei due aminoacidi, il che provava che i geni originari si erano mescolati fra loro.

A proposito di studenti, uno di Morgan di nome Emory Ellis iniziò a studiare in quegli stessi anni i virus che infettano l'*Escherichia coli*, poi chiamati *batteriofagi* o «mangiatori di batteri». Essi divennero presto il cavallo di battaglia di Max Delbrük e Salvador Luria, che ne studiarono il ciclo vitale e la struttura geometrica, e vinsero per questo il premio Nobel nel 1969, insieme ad Alfred Hershey.

Quest'ultimo, insieme a Martha Chase, aveva sfruttato nel 1952 la spiegazione data dai primi due del funzionamento dei fagi, compiendo due esperimenti paralleli. Nel primo aveva marcato radioattivamente il DNA dei fagi, scoprendo in seguito tracce di radioattività nel batterio infettato, ma non nell'involucro abbandonato dal virus fuori di esso. Nel secondo esperimento aveva marcato radioattivamente le proteine dei fagi, e l'effetto era stato opposto. Questo dimostrò che non sono le proteine, bensì è il DNA a regolare la duplicazione e a contenere l'informazione genetica, il che risolse uno dei dilemmi fondamentali della genetica.

L'anno dopo, nel 1953, Watson e Crick determinarono la famosa struttura a doppia elica del DNA, ma solo nel 1957 il loro modello teorico fu confermato praticamente, in quello che viene considerato il più bell'esperimento della biologia. Lo condussero Matthaw Meselson e Frank Stahl, che nutrirono anzitutto l'*Escherichia coli* con azoto pesante (con un neutrone in più del solito nel nucleo) e scoprirono che il suo DNA diventava più pesante di quello dei batteri nutriti con azoto normale. Essi nutrirono poi questi batteri a DNA pesante con azoto normale, e verificarono che alla prima generazione il peso del DNA stava a metà tra quello dei batteri pesanti e di quelli normali: questo dimostrò che esso era effettivamente costituito di due parti (le due eliche), una delle quali era l'originale costituito dalle basi azotate pesanti, e l'altra la copia costituita delle basi azotate leggere.

In quello stesso 1957 Crick propose un possibile dizionario per il codice genetico, basato su parole di tre lettere che codificano gli aminoacidi. Nel 1961 Marshall

Nirenberg e Heinrich Matthaei determinarono la prima parola del dizionario dell'*Eschericbia coli*, e nel giro di cinque anni riuscirono a determinare tutte le sessantaquattro parole dell'intero dizionario. Nel 1967 Nirenberg scoprì poi che il dizionario dell'*Escherichia coli* è lo stesso della rana e del porcellino d'India: si tratta cioè di un codice universale, il che conferma la comune origine di tutte le forme viventi già prevista da Darwin. Per queste sue cruciali scoperte, Nirenberg ottenne immediatamente il premio Nobel nel 1968.

Nel frattempo, nel 1958 Jacques Monod e François Jacob si erano imbattuti in una strana proprietà del sistema digestivo dell'*Escherichia coli*: finché il batterio ha a disposizione del glucosio, esso non produce gli enzimi necessari a mangiare il meno energetico lattosio (lo zucchero del latte), ma inizia a farlo non appena il glucosio inizia a scarseggiare. Una serie di esperimenti mostrò che la produzione degli enzimi per il lattosio è regolata da molti geni, che costituiscono un circuito chiamato *lac operon*, «sistema operativo del lattosio», la spiegazione del cui funzionamento valse a Monod e Jacob il premio Nobel nel 1965.

La cosa interessante è però, come sentenziò in seguito lo stesso Monod, che «ciò che è vero per l'*Escherichia coli*, è vero per l'elefante»: in particolare, in qualunque organismo i geni lavorano non isolatamente, ma in complessi circuiti, che esibiscono spesso la stessa struttura. Detto altrimenti, non è soltanto il linguaggio di programmazione della vita a essere universale, ma lo è anche il suo sistema operativo, benché poi ciascun organismo si differenzi per i suoi programmi individuali.

Nel caso dell'*Escherichia coli*, questi programmi sono stati quasi completamente determinati. Nel 1997 è infatti stata pubblicata la mappa del suo genoma, il primo ad essere sequenziato completamente, con la determinazione dei suoi quattro milioni e mezzo di basi e la localizzazione completa dei suoi 4.288 geni. E si conosce ormai il funzionamento dell'85 per cento di essi e delle loro interazioni, il che fa dell'*Escherichia coli* l'organismo di cui meglio si comprende la struttura e il funzionamento.

In particolare si conosce perfettamente il meccanismo di locomozione del batterio, il cosiddetto flagello, la cui «irriducibile complessità» è stata a lungo indicata dai creazionisti come una prova dell'esistenza di un Disegno Intelligente, ed è stata addirittura portata in tribunale nel settembre del 2005 a Harrisburg, in Pennsylvania, a sostegno di una causa per l'adozione di un libro di testo di biologia antievoluzionista. Ma proprio la spiegazione dell'evoluzione della struttura del flagello data in aula da uno scienziato, oltre a un appello firmato da 38 premi Nobel, ha convinto il giudice a stabilire nel dicembre 2005 che «il Disegno Intelligente non è altro che la progenie del creazionismo», e a proibire l'adozione del libro nelle scuole.

È significativo che il recente lavoro del 2006 di Mark Pallen e Nicholas Matzke sulla *Nature Reviews Microbiology*, che spiega appunto come si sia evoluto il meccanismo di locomozione nell'*Escherichia coli*, si intitoli *Da «L'origine delle specie» all'origine del flagello dei batteri*, a testimonianza del profondo legame fra le precoci intuizioni di Darwin del 1859 e le continue conferme sperimentali odierne delle sue teorie.

13.
Osservare l’evoluzione in atto

All’insegna del motto «il presente è la chiave del passato», chiaramente espresso nel sottotitolo «Un tentativo di spiegare gli antichi cambiamenti della superficie terrestre partendo dalle cause attualmente operanti», i *Principi di geologia* di Charles Lyell introdussero nel 1830 una nuova concezione della natura: il fatto, cioè, che i fenomeni geologici globali sono il risultato di una lenta accumulazione di piccoli effetti locali su enormi scale temporali.

Il giovane Charles Darwin lesse il libro due anni dopo, durante il suo viaggio sul *Beagle*, e dichiarò in seguito che «il più grande merito dei *Principi* è stato di aver rivoluzionato l’intero modo di pensare». Egli adattò nel 1859 la teoria di Lyell a *L’origine delle specie*, ma il fatto che i fenomeni evolutivi sono il risultato di una lenta accumulazione di piccole mutazioni locali su enormi scale temporali finì per essergli ritorto contro, storpiato come affermazione della non verificabilità sperimentale dell’intera teoria dell’evoluzione per selezione naturale.

Ironicamente, sono stati i fondamentalisti cristiani ad adottare questa critica: come se le storie della *Bibbia* fossero invece verificabili sperimentalmente, e la stessa espressione «tempi biblici» non derivasse comunque proprio da esse! Recentemente, l’argomento è stato sposato addirittura da papa Benedetto XVI, che negli atti della conferenza su *Creazione ed evoluzione* dice testualmente: «La teoria dell’evoluzione in gran parte non è dimostrabile sperimentalmente in modo tanto facile perché non possiamo introdurre in laboratorio 10.000 generazioni».

Queste parole sono state pronunciate il pomeriggio del 1° settembre 2006 a Castelgandolfo, dopo che quella stessa mattina e nello stesso luogo il papa aveva udito Peter Schuster, presidente dell’Accademia delle Scienze austriaca, riportare invece nella sua conferenza: «Richard Lenski dell’Università del Michigan a East Lansing nell’anno 1988 ha iniziato un esperimento che continua anche oggi con batteri del tipo *Escherichia coli*, che egli lascia evolvere in condizioni costanti. A tutt’oggi ha isolato e analizzato circa 40.000 generazioni».

Naturalmente, sappiamo che non c’è peggior sordo di chi non vuol sentire. Ma per chi vuole invece prestare attenzione, la ricerca in questione rappresenta una spettacolare confutazione della non dimostrabilità sperimentale del darwinismo, come dice già il suo stesso nome: *Long-term evolution experiment*, «Esperimento sull’evoluzione di lunga durata». Esso è iniziato il 15 febbraio 1988 con dodici ceppi di *Escherichia coli*, tutti derivati da uno stesso batterio iniziale e mantenuti in incubazione a 37 gradi in dodici provette: ogni mattina si aggiunge in ciascuna un po’ di glucosio (25 milligrammi per litro), che viene consumato entro il pomeriggio. Il giorno dopo si estrae da ciascuna provetta la stessa quantità di ciascun ceppo, la si rimette in un’altra provetta con un po’ di glucosio, e così via.

Ogni 75 giorni, pari a 500 generazioni di riproduzione (asessuata), si congela una parte di ciascun ceppo per creare una specie di «testimonianza fossile» dell'intero esperimento: diversamente dai fossili, però, queste testimonianze possono non solo essere studiate, ma anche scongelate per far ripartire l'esperimento da un certo punto, o per mescolare vecchie generazioni con altre più giovani e osservare come esse interagiscono e quale risulti meglio adattata. Per vent'anni e nel corso di 45.000 generazioni, raggiunte nel 2008, si sono costantemente monitorati e registrati i dati relativi ai cambiamenti indotti nei batteri da modifiche dell'ambiente in cui essi sono mantenuti, al loro comportamento sociale, alla loro resistenza ai parassiti e agli antibiotici, alla velocità di comparsa delle mutazioni e alla loro interazione reciproca.

A causa delle piccole dimensioni del genoma del batterio e del gran numero di generazioni succedutesi, si è calcolato che ormai ogni possibile mutazione individuale dev'essersi manifestata più volte. Alcune di queste mutazioni sono ad alta probabilità, visto che hanno prodotto gli stessi effetti in tutti i dodici ceppi: ad esempio, un aumento di volume delle cellule e una diminuzione della densità di popolazione. Altre sono a probabilità intermedia, visto che hanno prodotto gli stessi effetti in alcuni ceppi, ma non in tutti: ad esempio, in quattro si sono sviluppati difetti nella capacità di riparazione del DNA.

La cosa più interessante che è accaduta ha a che fare col fatto che, durante il trasferimento giornaliero di un ceppo da una provetta all'altra, questo può essere contaminato da batteri in grado di nutrirsi del citrato che fa parte della soluzione nella quale vengono mantenuti gli *Escherichia coli* (il cosiddetto brodo minimale di Davis, comunemente usato per studiarne i mutanti e contenente il minimo dei nutrienti necessari per la loro sopravvivenza e autoriproduzione). Poiché gli *Escherichia coli* non sono invece in grado di nutrirsi direttamente del citrato, i batteri invasori prendono il sopravvento su di essi e l'effetto è visibile anche a occhio nudo, in quanto la soluzione della provetta diventa opaca.

Se questo accade Lenski butta via il ceppo contaminato e riparte dalla precedente generazione, scongelandone una parte. Ma una volta, nel giorno della 33.127ª generazione, si accorse che il liquido nella provetta era diventato opaco senza essere contaminato: il ceppo degli *Escherichia coli* aveva sviluppato da solo la capacità di nutrirsi del citrato! Scongelando le generazioni precedenti ed esaminandole, Lenski si accorse che fino alla 31.000ª non c'erano mutanti in grado di digerire il citrato, alla 31.500ª ne erano apparsi il 5 per mille, alla 32.500ª costituivano quasi il 20 per cento, alla 33.000ª erano praticamente scomparsi, ma alla 33.127ª essi erano improvvisamente diventati dominanti e avevano appunto reso opaco il liquido nella provetta.

Esaminando varie generazioni congelate degli altri ceppi, Lenski non vi ha mai trovato batteri in grado di mangiare il citrato: a differenza di altre mutazioni, che tendono a ripetersi più o meno uniformemente nei vari ceppi, siamo dunque di fronte a un evento di probabilità *molto bassa* (che esperimenti successivi hanno calcolato essere dell'ordine di uno su mille miliardi). Inoltre l'andamento delle percentuali nelle varie generazioni mostra che quella mutazione non è sufficiente, da sola, a rendere i batteri in grado di mangiare il citrato più adatti alla sopravvivenza nella lotta per la vita di quelli in grado di mangiare il glucosio: i batteri della generazione

33.127 dovevano dunque aver subìto qualche ulteriore mutazione, e come tali erano il risultato di un evento a *bassissima* probabilità.

Ora, questo è precisamente il genere di cose che i detrattori dell'evoluzionismo sostengono non possano accadere in natura senza l'intervento divino! Puntualmente, tre giorni dopo che i risultati dell'esperimento erano stati pubblicati da Lenski e due suoi collaboratori il 10 giugno 2008 nei *Proceedings* dell'Accademia Nazionale delle Scienze statunitense, il sito Conservapedia (un nome, un programma) ha pubblicato un attacco alla loro ricerca, in cui si intimava a Lenski di rendere pubblici i protocolli e i dati dell'esperimento, e di specificare come questi supportassero le conclusioni annunciate.

Lenski ha dapprima risposto cortesemente, invitando i critici a leggere il saggio originale e consultare il sito dell'esperimento, invece di limitarsi a citare un articolo di giornale che riportava la notizia di seconda mano. Ma quando il sito ha insistito imperterrito, egli ha smascherato la pretesa dei fondamentalisti religiosi di immaginare che ogniqualvolta i dati scientifici supportano conclusioni contrarie alle loro prevenzioni, allora si debba per forza essere di fronte a un errore o una frode.

Come ogni scienziato che si rispetti, Lenski è pronto a fornire a ogni altro scienziato che si rispetti non solo esemplari dei batteri originari che si nutrono di glucosio, ma anche di quelli mutati che si nutrono di citrato. Ai fondamentalisti, invece, consiglia di accontentarsi dei miliardi di *Escherichia coli* che ciascuno di essi ha nel proprio intestino: oltre al fatto che bisogna lavarsi bene le mani dopo essere andati in bagno, questo significa anche che al mondo ci sono miliardi di miliardi di *Escherichia* coli, ciascuno dei quali si riproduce più volte al giorno. E poiché all'incirca una volta su un miliardo si verifica una mutazione, più o meno tutte le possibili mutazioni avvengono ogni giorno, comprese quelle estremamente improbabili: vogliamo veramente credere che Dio, se c'è, si abbassa a sprecare quotidianamente miracoli nei nostri intestini?

14.
La scimmia e il primate di Roma

Non può stupire che i fondamentalisti cristiani in particolare, e la Chiesa cattolica in generale, che trovano la propria ispirazione in opere di dubbia veridicità e di sicuro anacronismo, abbiano difficoltà ad adeguarsi ai tempi moderni, e considerino pericolosamente eversiva qualunque scoperta o innovazione, soprattutto nel campo scientifico.

La cieca paura e l'ottusa chiusura che le novità provocano ai piani alti del Palazzo Apostolico sono ben testimoniate dall'enciclica *Pascendi Dominici Gregis* («Pascolando il gregge del Signore»), scagliata nel 1907 da Pio X contro il modernismo, da lui identificato come la «sintesi di tutte le eresie», una «cattedra di pestilenza» e un «torrente di gravissimi errori». Il papa vi tuona contro qualunque teoria evoluzionista che sia mai capitato di proporre ai sette tipi di modernisti che la sua paranoia individua, e cioè «il filosofo, il credente, il teologo, lo storico, il critico, l'apologista e il riformatore», e propone due cure disperate: una ritirata difensiva nella scolastica e un'avanzata offensiva nella censura, perché «non basta impedire la lettura o la vendita dei libri cattivi, fa d'uopo impedirne anche la stampa».

Lo scienziato e l'evoluzionismo scientifico non erano direttamente chiamati in causa da Pio X, ma a questo rimediò nel 1950 il suo successore Pio XII nell'enciclica *Humani generis* («Del genere umano»), dedicata a correggere «alcune false opinioni che minacciano di sovvertire i fondamenti della dottrina cattolica». Ad esempio, appunto, il fatto che «alcuni, senza prudenza né discernimento, ammettono e fanno valere per origine di tutte le cose il sistema evoluzionistico, pur non essendo esso indiscutibilmente provato nel campo stesso delle scienze naturali».

Il papa non proibisce che l'evoluzionismo sia «oggetto di ricerche e di discussioni», ma proclama che «questo deve essere fatto in tale modo che le ragioni delle due opinioni, cioè di quella favorevole e di quella contraria, siano ponderate e giudicate con la necessaria serietà, moderazione e misura e purché tutti siano pronti a sottostare al giudizio della Chiesa», e si lamenta che invece «alcuni oltrepassano questa libertà di discussione, agendo in modo come fosse già dimostrata con totale certezza». Una posizione di compromesso, questa, ancor oggi fatta propria dai fondamentalisti di là e di qua dell'Atlantico, che pretendono di affiancare nell'insegnamento scolastico, per *par condicio*, il creazionismo o il Disegno Intelligente all'evoluzionismo.

In ogni caso, e in maniera piuttosto imbarazzante, Pio XII dichiara esplicitamente che «i fedeli non possono abbracciare quell'opinione i cui assertori insegnano che dopo Adamo sono esistiti qui sulla terra veri uomini che non hanno avuto origine, per generazione naturale, dal medesimo come progenitore di tutti gli uomini, oppure che Adamo rappresenta l'insieme di molti progenitori», perché il peccato originale fu «veramente commesso da Adamo individualmente e personalmente». In altre parole,

la favola del *Genesi* va presa in senso letterale e non metaforico, e costituisce una testimonianza storica e non mitologica dell'origine dell'umanità: una posizione tuttora valida, essendo stata ribadita dal recente *Catechismo* (Compendio, 7 e 75).

Un mezzo passo avanti nell'evoluzione della percezione cattolica dell'evoluzionismo fu compiuto da Giovanni Paolo II il 22 ottobre 1996, quando in un discorso ai membri della Pontificia Accademia delle Scienze affermò magnanimamente che «circa mezzo secolo dopo la pubblicazione dell'enciclica *Humani Generis*, nuove conoscenze conducono a non considerare più la teoria dell'evoluzione una mera ipotesi». Anche se ciò che veniva dato con una mano veniva tolto dall'altra, perché «più che di teoria dell'evoluzione, conviene parlare di teorie dell'evoluzione», al plurale, e di esse quelle che «considerano lo spirito come emergente dalle forze della materia viva o come un semplice epifenomeno di questa materia, sono incompatibili con la verità dell'uomo». Detto altrimenti, fumata bianca per *L'origine delle specie*, ma fumata nera per *L'origine dell'uomo.*

Nonostante il passo indietro effettuato nel 1998 dall'enciclica *Fides et ratio* («Fede e ragione»), in cui si parla generosamente sia della *Pascendi Dominici Gregis* di Pio X che dell'*Humani generis* di Pio XII come «messe in guardia contro la tentazione razionalistica», una Commissione Teologica Internazionale presieduta dal cardinale Ratzinger si riunì a Roma dal 2000 al 2002 ed elaborò un documento su *La persona umana creata a immagine di Dio*, nel quale si dichiara che «una compagine sempre più ampia di scienziati critici del neodarwinismo segnala le evidenze di un disegno (ad esempio, nelle strutture biologiche che mostrano una complessità specifica) che secondo loro non può essere spiegato in termini di processo puramente contingente, e che è stato ignorato o mal interpretato dai neodarwinisti».

Tradotta dal vaticanese, questa è una presa di posizione a favore del Disegno Intelligente, anche se il documento cerca di tenersi le mani libere affermando che «la vera contingenza nell'ordine creato non è incompatibile con una Provvidenza divina intenzionale»: ossia, non c'è problema nella casualità dell'evoluzione, purché si ritenga che questa casualità faccia comunque parte di un piano del creatore. L'argomento che se il mondo è ordinato Dio l'ha voluto così, e se è disordinato anche, finisce però per assomigliare un po' troppo a una barzelletta. O, volendo essere più gentili, al *koan* col quale il monaco Te Shan, del IX secolo, era solito avvertire i suoi allievi: «Se dici sì, trenta bastonate. Se dici no, anche. Se taci, invece, trenta bastonate».

E una bastonata arriva effettivamente il 7 luglio 2005, a tre soli mesi dall'elezione di Benedetto XVI, quando il cardinale Christoph von Schönborg, arcivescovo di Vienna ed estensore del *Catechismo,* pubblica sul *The New York Times* l'articolo «Trovare il disegno nella natura», nel quale dichiara che il «vago e secondario» discorso del 1996 di Giovanni Paolo II era stato frainteso come «un'accettazione, o almeno un'acquiescenza» del darwinismo da parte della Chiesa. Essa invece, secondo il cardinale, «proclama che mediante la luce della ragione l'intelletto umano può discernere facilmente e chiaramente uno scopo e un progetto nel mondo naturale, compreso quello delle cose viventi». E stabilisce che «l'evoluzione nel senso di un processo, non guidato e non pianificato, consistente di variazioni casuali e selezione naturale, non è vera».

Ricordando che il nuovo papa, nel suo recente discorso di incoronazione del 24 aprile, aveva affermato che «non siamo il prodotto casuale e insignificante dell'evoluzione», il cardinale promette che «la Chiesa tornerà a difendere la ragione umana, proclamando che l'immanente disegno così evidente nella natura è reale, e che le teorie che cercano di rimuoverlo in termini di "caso e necessità" non sono affatto scientifiche, bensì abdicazioni dell'intelligenza umana».

Gli risponde il 6 agosto su *The Tablet* padre George Coyne, da ventisette anni direttore della Specola Vaticana, e ispiratore del discorso incriminato di Giovanni Paolo II. Il gesuita critica «l'infondata e irritante paura della Chiesa, che un universo in evoluzione attraverso mutazioni genetiche casuali e selezione naturale debba per forza sottrarsi al dominio di Dio», così come «la sfortunata interpretazione fondamentalista del creazionismo del *Genesi*». E propone la visione di un Dio che «non interviene costantemente, ma piuttosto permette, partecipa, ama» mediante «parole di incoraggiamento e sostegno, come quelle di un genitore per un bambino, più che attraverso comandi o informazioni».

Lo scontro fra le due fazioni si risolve nell'estate del 2006. Il 23 agosto il *Daily Mail* annuncia: «Il papa licenzia il suo astronomo a causa del dibattito sull'evoluzione», benché la decisione venga diplomaticamente presentata come un pensionamento dovuto a una malattia, e specifica che Benedetto XVI parteggia per il Disegno Intelligente, tacciato da padre Coyne di essere soltanto «un movimento religioso ma non scientifico, benché pretenda di esserlo». Quello stesso giorno il cardinale Schönborn partecipa al meeting di Rimini organizzato dai fondamentalisti di Comunione e Liberazione, e ribadisce le sue posizioni riguardo all'evoluzionismo.

Come se non bastasse, annuncia che pochi giorni dopo, il 1° e 2 settembre, il papa incontrerà a Castelgandolfo alcuni suoi ex studenti, compreso lui stesso, per uno dei periodici meeting che essi tengono da venticinque anni sugli argomenti più disparati: questa volta, manco a farlo apposta, il tema è *Creazione ed evoluzione*, come nel titolo degli atti usciti nel 2007. Nella prefazione Schönborn dichiara, con molteplice e involontaria ironia, che «bisogna liberare il darwinismo dalle catene ideologiche», perché esso «è divenuto ormai quasi una sorta di surrogato della religione, e viene spesso difeso [sic] in modo aggressivo ed emotivo».

Quanto a Ratzinger, non è esente neppure lui da ironia negli atti. Ad esempio, quando afferma che «il fango è divenuto uomo nel momento in cui un ente per la prima volta, anche se in forma alquanto oscura, è stato in grado di formare l'idea di Dio». Ma se invece l'uomo religioso, che si situa a metà tra l'animale bruto e l'animale razionale, non fosse altro che quell'anello mancante di cui il cardinale Schönborn a Rimini lamentava l'assenza di vestigia negli strati geologici? In fondo, gli basterebbe ricordare che sia lui che il papa sono due primati, l'uno d'Austria e l'altro di Roma, per sapere dove cercarne e trovarne due.

15.
Una Via Crucis italiana

La reazione contro il darwinismo proviene soprattutto dagli ambienti di ispirazione e di natura religiosa, ma riceve spesso man forte dagli antiscientisti di vario genere, fra i quali si annoverano non soltanto molti umanisti, ma anche alcuni (benché, ovviamente, pochi) «scienziati». Può dunque essere utile, in chiusura, riassumere le tappe salienti del dibattito in Italia, nel secolo e mezzo che ci separa dalla pubblicazione de *L'origine delle specie*.

Già l'11 gennaio 1864, a meno di cinque anni da essa, il professore di zoologia Filippo De Filippi tenne a Torino una famosa conferenza intitolata *L'uomo e le scimmie*, che innescò anche da noi l'isterismo antidarwinista già esploso in precedenza in Inghilterra. Un resoconto del 1884, fatto da Michele Lessona nel libro *Naturalisti italiani*, ricorda le reazioni dell'epoca:

> i giornali seri, come i faceti, s'impadronirono dell'argomento. Quella enorme parte del pubblico che dice perché sente dire, grida perché sente gridare, urla perché sente urlare, fu tutta addosso al De Filippi. Certi colleghi rabbrividirono, altri inorridirono, vi fu chi gridò essere un'infamia che il Governo lasciasse un uomo così fatto stillar dalla cattedra le scellerate massime nell'anima degli studenti, e fu un coro a proclamare il De Filippi campione di materialismo.

Addirittura, quando il *credente* De Filippi morì tre anni dopo a Hong Kong, dopo aver ricevuto i sacramenti, due preti ringraziarono pubblicamente Dio dal pulpito a Torino per «aver toccato il cuore ad un gran peccatore al momento della sua morte».

Il secondo atto della commedia andò in scena il 21 marzo 1869, quando il fisiologo russo Aleksandr Herzen parlò a Firenze *Sulla parentela fra l'uomo e le scimmie*, e il giornale *La Nazione* commentò sensatamente tre giorni dopo: «Non comprendiamo come l'ammettere una legge naturale necessaria implichi la negazione della divinità». Gli rispose il 4 aprile il senatore e abate Raffaello Lambruschini, spiegando dottamente che «se la legge naturale è necessaria, allora Dio è schiavo», e aggiungendo dogmaticamente che «la scienza è libera d'investigare, ma non di dare per verità affermazioni che distruggano verità di un altro ordine». Al che Herzen ribatté che da tempo non si era udito nessuno «esprimere così francamente la brama clericale dell'ignoranza *obbligatoria* del popolo».

Scese in campo quello stesso anno anche Niccolò Tommaseo, ormai vecchio e rimbambito, che nel pamphlet *L'uomo e la scimmia* credette di poter ovviare alla mancanza di argomenti profondi con spiritosaggini superficiali, quali chiamare Herzen «Mosè delle scimmie» o blaterare:

> V'annunzio una lieta novella. L'Italia, che da tanti secoli invocava l'aiuto straniero per ricuperare la propria dignità, ha finalmente trovato uno straniero magnanimo che

> gliela rende. Gliela rende però senza offesa dell'uguaglianza, mettendo gli italiani alla pari non solamente coi Russi e gli Ottentotti, ma con le scimmie. Questo si chiama sedere al banchetto delle nazioni davvero. La nuova libertà vi rivela, o Italiani, che voi non siete liberi, ma che non potete volere; vi rivela la vostra imbecillità durata per secoli, l'imbecillità di quelle scimmie trasformate che voi onoravate col titolo di uomini grandi.

A voler essere generosi, si potrebbero scusare queste reazioni invocando l'attenuante che l'evoluzionismo era allora giovane e incompreso. Ma era ormai maturo e ben compreso nel 1939, quando Benedetto Croce se ne lamentò comunque nel saggio *La natura come storia senza storia da noi scritta*:

> Non solo non vivifica l'intelletto, ma mortifica l'animo, il quale alla storia chiede la nobile visione delle lotte umane e nuovo alimento all'entusiasmo morale, e riceve invece l'immagine di fantastiche origini animalesche e meccaniche dell'umanità e con essa un senso di sconforto e di depressione e quasi di vergogna a trovarci noi discendenti da quegli antenati e sostanzialmente loro simili, nonostante le illusioni e le ipocrisie della civiltà, brutali come loro.

Ancora una volta, si potrebbe dire che in fondo Croce era un campione di ignoranza scientifica, e dunque di ignoranza *tout court*, oltre che un paladino delle cause perse. D'altronde l'aveva già ampiamente dimostrato nel 1905, infarcendo la sua *Logica come scienza del concetto puro* di una lunga serie di sciocchezze sulla nuova logica matematica di Peano e Russell, una delle quali era l'affermazione dell'inutilità presente e futura di qualunque sua applicazione: affermazione ampiamente confermata, com'è noto a tutti, dalla storia dell'informatica e del computer...

È difficile invece trovare scuse di sorta per gli «scienziati» che, nell'Italia di oggi, continuano a prestarsi (o a vendersi) alla causa delle frange dell'oscurantismo cattolico e le fiancheggiano nella loro resistenza contro il darwinismo.

Il biologo Giuseppe Sermonti, ad esempio, che nella sua battaglia per far *Dimenticare Darwin* (Rusconi, 1999) ha sostenuto che «il confine fra il naturale e il soprannaturale è pura convenzione accademica», che «la forma biologica ha origine da elementi che prescindono dai geni e dalla selezione», e addirittura che «le scimmie derivano dall'uomo». Leggere, per credere, il saggio *Dopo l'uomo la scimmia* pubblicato nel 1988 sulla rivista *Abstracta*:

> La teoria evoluzionista, che fa discendere l'uomo dalla scimmia, ha confinato nel regno delle favole l'antropologica biblica, che vuole l'uomo creato a immagine e somiglianza di Dio. Eppure, i dati delle più recenti ricerche della paleontologia e della biologia molecolare sembrano indicare la grande antichità dell'uomo e il carattere secondario e derivato degli scimmioni africani. Riacquistano così significato le antiche mitologie, nelle quali l'animalesco trae le sue origini dall'umano.

O il fisico Antonino Zichichi, che nel suo libro *Perché io credo in Colui che ha fatto il mondo* non solo afferma, come abbiamo già ricordato, che la teoria

dell’evoluzione «non è Scienza galileiana» perché non è espressa da un’equazione matematica, ma aggiunge:

> L’evoluzione biologica della specie umana va distinta da tutte le altre forme di evoluzione biologica. E questo, per un motivo semplice. Tra le innumerevoli forme di materia vivente noi siamo l’unica dotata di un privilegio straordinario: quello di sapere decifrare la Logica di Colui che ha fatto il mondo.

O il medico Bruno Dallapiccola, direttore scientifico dell’Ospedale di Padre Pio a San Giovanni Rotondo, e presidente del Comitato Scienza e Vita che ha condotto il riuscito boicottaggio del referendum per l’abolizione della Legge 40, che ha dichiarato il 23 novembre 2002 a *Il Tempo*:

> Credo nella creazione divina anche se, come genetista, accetto il processo dell’evoluzione che è del tutto fondato. Credo che con il progredire della scienza diventi sempre più possibile migliorare le nostre conoscenze, ma sono convinto che qualche anello mancante rimarrà sempre: detto altrimenti, rimarrà quell’aspetto magico che ci spinge ad amare la vita. Forse sono un po’ troppo poeta, ma penso che il caos non può compiere cose tanto mirabili quanto quelle che vediamo ogni giorno. Credo invece in un disegno ordinatore.

Non può stupire che, con consulenti ministeriali come Zichichi e Dallapiccola, il secondo governo Berlusconi abbia emanato il 18 febbraio 2004 un decreto legislativo che aboliva dai programmi ministeriali per le scuole medie le due voci «Struttura, funzione ed evoluzione dei viventi» e «Origine ed evoluzione biologica e culturale della specie umana»: cioè, precisamente, gli argomenti dei due capolavori di Darwin *L’origine delle specie* e *L’origine dell’uomo*.

In seguito a una reazione popolare guidata dai due premi Nobel per la medicina Rita Levi Montalcini e Renato Dulbecco, il governo ha fatto parzialmente marcia indietro. Ma non illudiamoci: certe posizioni sono una realtà, per quanto surreale, e *In difesa di Darwin. Piccolo bestiario dell’antievoluzionismo all’italiana* di Telmo Pievani mostra come l’attentato ministeriale faccia parte di un più ampio progetto che, benché (o perché) non molto intelligente, riceve assensi e consensi negli ambienti conservatori e clericali del nostro paese.

Ora poi, con Berlusconi tornato saldamente in carica, ci si può aspettare che i crociati e i crociani torneranno ottusamente alla carica, fino a quando non riusciranno a crocifiggere la verità che tanto li inquieta. Vigiliamo, dunque, secondo l’ultimo consiglio che Gesù diede nel *Vangelo di Marco* prima della sua passione. Vigiliamo, perché Darwin non finisca in croce come lui. Vigiliamo!

Bibliografia

Giulio Barsanti, *Una lunga pazienza cieca. Storia dell'evoluzionismo*, Einaudi, Torino, 2005.

Horst Bredekamp, *I coralli di Darwin. I primi modelli evolutivi e la tradizione della storia naturale*, Bollati Boringhieri, Torino, 2006.

Martin Brookes, *Dio creò la mosca. E la moderna biologia ci spiega perché*, Longanesi, Milano, 2003.

Charles Darwin, *Autobiografia (1809-1882)*, Einaudi, Torino, 2006.

Charles Darwin, *Viaggio di un naturalista intorno al mondo*, Einaudi, Torino, 2004.

Charles Darwin, *L'origine delle specie. Selezione naturale e lotta per l'esistenza*, Bollati Boringhieri, Torino, 2006.

Charles Darwin, *L'origine dell'uomo e la selezione sessuale*, Newton Compton, Roma, 2007.

Charles Darwin, *L'espressione delle emozioni nell'uomo e negli animali*, Bollati Boringhieri, Torino, 2006.

Federico Focher, *L'uomo che gettò nel panico Darwin. La vita e le scoperte di Alfred Russel Wallace*, Bollati Boringhieri, Torino, 2006.

Orlando Franceschelli, *Dio e Darwin*, Donzelli, Roma, 2005.

Alfredo Bueno Hernández e Jorge Llorente Bousquets, *L'evoluzione di un evoluzionista. Alfred Russel Wallace e la geografia della vita*, Bollati Boringhieri, Torino, 2004.

Stephan Otto Horn e Siegfried Wiedenhofer (curatori), *Creazione ed evoluzione. Un convegno con papa Benedetto XVI a Castelgandolfo*, Edizioni Dehoniane, Bologna, 2007.

Richard Keynes, *Fossili, fringuelli e fuegini. Le avventure e le scoperte di Charles Darwin*, Bollati Boringhieri, Torino, 2006.

Michele Luzzatto, *Preghiera darwiniana*, Raffaello Cortina, Milano, 2008.

Ernst Mayr, *Un lungo ragionamento. Genesi e sviluppo del pensiero darwiniano*, Bollati Boringhieri, Torino, 1994.

Telmo Pievani, *In difesa di Darwin. Piccolo bestiario dell'antievoluzionismo all'italiana*, Bompiani, Milano, 2007.

Kim Sterelny, *La sopravvivenza del più adatto*, Raffaello Cortina, Milano, 2004.

Ferdinando Vidoni, *Evoluzionismo. Bibliografia ragionata*, Unicopli, Milano, 2006.

Jonathan Weiner, *Il becco del fringuello*, Mondadori, Milano, 1995.

Carl Zimmer, *Microcosm. Escherichia coli and the New Science of Life*, Random House, New York, 2008.